



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

“Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para incrementar la productividad de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Sergio Gutierrez Roncal (ORCID: 0000-0001-6630-6692)

ASESOR:

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y planes de mantenimiento

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mi querida esposa e hijo, a mis padres quienes me dieron la vida y educación, también me inculcaron muchos valores positivos para ser un hombre de bien, a mi hermana y hermanos. A mis profesores y amigos que sin su apoyo nunca hubiera podido realizar este trabajo.

Sergio Gutierrez Roncal

Agradecimiento

A Dios por darme la vida y salud, a la Universidad Cesar Vallejo, a todos mis docentes, personal administrativo por su apoyo y guía en lo profesional por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación como profesional, logrando con ello mis objetivos y metas trazadas.

Sergio Gutierrez Roncal

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **GUTIERREZ RONCAL SERGIO**, estudiante de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° **46066019**, con el trabajo de investigación titulada,

"PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA TPM PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS LÍNEA AMARILLA EN LA EMPRESA RENTEQ MAQUINARIAS SAC"

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 04 de agosto del 2020

Nombres y apellidos: **SERGIO GUTIERREZ RONCAL**
DNI : **46066019**

Firma :



Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	viii
índice de Figuras.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.2 Trabajos previos.....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	6
1.4 Formulación del problema.....	9
1.5 Justificación del estudio.....	10
1.6 Hipótesis	11
1.7 Objetivos.....	11
II. MÉTODO.....	12
2.1. Tipoy diseño de la investigación	12
2.2. Operacionalización de Variables	12
2.3. Población y Muestra	15
2.4. Técnicas de Recolección de Datos.....	16
2.5. Métodos de Análisis de Datos.	18
2.6. Aspectos Éticos.....	18
III. RESULTADOS.....	19

3.1. Realizar una auditoría en mantenimiento en los equipos de línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC.....	19
3.2. Determinar las alternativas de solución basado en la metodología TPM para optimizar el mantenimiento e incrementar su productividad y confiabilidad de los equipos línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC.	37
3.3. Realizar la evaluación económica de la implementación del plan de mantenimiento basado en la metodología TPM.	56
IV. DISCUSIÓN.....	58
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS	65
Formatos de registro UCV.....	66
Acta de aprobación de originalidad de tesis	94
Reporte de Turnitin.....	95
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	99
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	100

Índice de Tablas

Tabla 1.Descripción de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC.	19
Tabla 2.Evaluación del estado operacional de los equipos línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC	20
Tabla 3.Inventario de fallas por máquina de la empresa Renteq Maquinarias SAC.	21
Tabla 4.Tiempo en reparación por fallas de las máquinas de la empresa Renteq Maquinarias SAC.	22
Tabla 5.Tiempo total de fallas en las máquinas de la empresa Renteq Maquinarias SAC.	23
Tabla 6.Operación en fiabilidad, mantenibilidad y reserva en cada equipo de línea amarilla JUNIO - AGOSTO	24
Tabla 7.Operación en fiabilidad, mantenibilidad y reserva en cada equipo de línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC	25
Tabla 8.Imperfección por sistema	27
Tabla 9.Cursos de capacitación Enero – marzo 2020.	42
Tabla 10.Cronograma de capacitaciones internas.	42
Tabla 11.Inventario de equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC.	48
Tabla 12.Cálculo de la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de cada equipo de línea amarilla SEPTIEMBRE - NOVIEMBRE	53
Tabla 13.Operación de la fiabilidad, mantenibilidad y la disposición para cada equipo de línea amarilla SEPTIEMBRE - NOVIEMBRE	54
Tabla 14.Análisis para la disponibilidad optimizando el mantenimiento aplicando TPM.	55
Tabla 15.Evaluación económica de Excavadoras al incrementar su disponibilidad	56
Tabla 16.Evaluación económica de Motoniveladora, Rodillo y Cargador al incrementar su disponibilidad	56

Índice de Figuras

Figura 1.Tendencia de fallas en la línea amarilla.	26
Figura 2.Imperfección por sistema.	26
Figura 3.Imperfección de motor.	27
Figura 4.Digrama Ishikawa 01	29
Figura 5.Fallas sistema de lubricación.	30
Figura 6. Diagrama Ishikawa 02	31
Figura 7.Falla de sistema hidráulico.....	32
Figura 8. Diagrama Ishikawa 03	33
Figura 9.Deficiencias en el sistema de combustible.....	34
Figura 10. Diagrama Ishikawa 04	35
Figura 11. Diagrama Ishikawa 05	39
Figura 12.Organigrama del área de mantenimiento	40
Figura 13.Mejora para el sistema de gestión del mantenimiento TPM.....	41
Figura 14.Estandarización de Herramientas, Implementación de 5S.....	44
Figura 15.Forma de evaluar con las 5s. Planificación e inspección.	45
Figura 16.Equipos línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC.....	46
Figura 17.Reporte diario de operador.....	47
Figura 18.Forma de estudio crítico.....	49
Figura 19.Ponderación del análisis de crítico.....	50
Figura 20.Procedimiento de conservación profiláctico.	51

RESUMEN

En las últimas décadas, la normatividad de calidad y la competencia han obligado a las empresas a transformar sus departamentos de mantenimiento. Este cambio ha hecho que los departamentos de mantenimiento pasen de simplemente reparar máquinas hasta convertirse en una unidad de alto valor en el proceso productivo de las empresas. Esta investigación es importante ya que permitirá la implementación de nuevas metodologías para la optimización del mantenimiento de los equipos línea amarilla en la empresa RENTEQ MAQUINARIAS SAC, la cual va a permitir solucionar los problemas que se presenten durante la gestión del mantenimiento de forma más rápida. El mantenimiento basado en la metodología TPM, va a permitir incrementar la productividad, logrando que esta sea más eficiente y por lo tanto el incremento del rendimiento de las máquinas.

Esta investigación comenzará realizando una auditoría de mantenimiento en los equipos de línea amarilla, para luego determinar las alternativas de solución basado en la metodología TPM, diagrama de Pareto y metodología causa-efecto (Ishikawa) para optimizar el mantenimiento e incrementar su productividad y confiabilidad de los equipos, finalmente realizar la evaluación económica de la implementación.

La empresa cuenta con 07 Excavadoras, 02 motoniveladoras y 02 rodillos y 01 cargador frontal inicialmente tiene una disponibilidad del 95 % para las excavadoras y la motoniveladora; el rodillo y el cargador frontal tenían una disponibilidad del 96%. Se logró incrementar la disponibilidad en promedio en 1% a los equipos de línea amarilla. El incremento de la disponibilidad de los equipos, lo que generaría un ingreso de S/ 8 574,35 soles mensuales.

Palabras Clave: mantenimiento, disponibilidad, confiabilidad, metodología TPM

ABSTRACT

In recent decades, quality regulations and competition have forced companies to transform their maintenance departments. This change has made maintenance departments go from simply repairing machines to becoming a unit of high value in the production process of companies. This research is important as it will allow the implementation of new methodologies for the optimization of the maintenance of the yellow line equipment in the company RENTEQ MAQUINARIAS SAC, which will allow to solve the problems that arise during maintenance management more quickly. The maintenance based on the TPM methodology, will allow to increase productivity, making it more efficient and therefore increasing the performance of the machines.

This investigation will begin by performing a maintenance audit on the yellow line equipment, then determining the solution alternatives based on the TPM methodology, Pareto diagram and cause-effect methodology (Ishikawa) to optimize maintenance and increase your productivity and reliability of the teams, finally perform the economic evaluation of the implementation.

The company has 07 Excavators, 02 motor graders and 02 rollers and 01 front loader initially has 95% availability for excavators and motor graders; the roller and front loader had 96% availability. It was possible to increase the availability on average by 1% to the yellow line teams. The increase in equipment availability, which would generate an income of S / 8 574.35 soles per month.

Keywords: maintenance, availability, reliability, TPM methodology

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

A nivel Internacional

En estos últimos tiempos, la normatividad de calidad y la competencia han forzado a las compañías a cambiar los sectores de conservación. Este cambio ha hecho que los departamentos de mantenimiento pasen de simplemente reparar máquinas hasta convertirse en una unidad de alto valor en el proceso productivo de las empresas. El futuro es imprescindible, para todas las empresas, siendo la implementación de las estrategias de mantenimiento una forma documentar los recursos y fiabilidad en las máquinas (Sinai Ingeniería S.L., 2018).

“Hoy en día las manufacturas sudamericanas enfrentan un inmenso desafío de la generalización, por ese motivo en su plan de productividad es inevitable incorporar métodos de gestión de mantenimiento e industria de clase internacional. Las manufacturas que aumentan objetivos de mejoría determinan la obligación de aumentar la actividad y producción en sus compañías no evaden a pensar la ideología del TPM como la máxima elección” (UNE-EN 13306, 2011).

Meals de Colombia S.A.S, es una empresa de alimentos, la cual fabrica helados y jugos, tiene fábricas de productividad en Bogotá, Manizales y Armenia, viene aplicando metodologías de mantenimiento modernas como el TPM, ha concebido esta metodología con el involucramiento de todos los empleados de la organización generando una nueva dirección al proceso productivo, la empresa ha encontrado en esta metodología TPM el soporte para la mejora continua de personal y el desarrollo de sus habilidades (Cardona Montoya, 2015).

Ecuador viene proyectando la generación eléctrica a través del uso de las energías renovables, pretendiendo optimizar también los trabajos de mantenimiento, bajo esta dirección la CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR (CELEC EP), ha creado el CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y RECUPERACIÓN DE TURBINAS HIDROELÉCTRICAS. (CIRT) que tiene por finalidad el satisfacer la exigencia del cuidado, reparación, restauración y fabricación de componente para turbinas, generando tecnología ecuatoriana proyectándose para el futuro fabricar turbinas con la ciencia y miembros del personal de Ecuador (Lozada Cepeda, 2017).

A nivel Nacional

“La empresa agroindustrial Cartavio S.A.A. ha elaborado el implemento de un proyecto de protección basado en la confiabilidad de la compañía Cartavio S.A.A. abocado en aumentar la operatividad de sus máquinas críticas, reduciendo el lapso de detención de fábricas por daños fortuitos que dificulten realizar con el propósito de su productividad, que ayudara a mejorar, ordenando estrategias para mantener la situación útil de las máquinas” (Campos Ventura, 2017).

La compañía Hilados Cheviot, aplicada a fabricar y comercializar hilos acrílicos; se ha planteado el objetivo primordial para aumentar su producción, frente a este requerimiento este propone diferentes acciones que permitirán obtener el aumento en la línea de productividad en hilos acrílicos en la fábrica de tejidos. Se planteó una activación sobre la metodología TPM de mantenimiento para el área de hilandería, con lo cual se revisó el aumento de producción (Valencia Chaupi, 2017).

A nivel Local

La empresa RENTEQ MAQUINARIAS S.A.C., es una empresa cajamarquina, dedicada al alquiler de maquinaria pesada, construcción de obras civiles y movimiento de tierra, además somos una empresa que tiene como vocación de servicio LA SATISFACCION DEL CLIENTE, ubicada en Av. Hoyos Rubio, Mz. C, lote. 14, Urbanización. Columbo – Cajamarca.

La empresa está constituida por 12 equipos (7 excavadoras sobre orugas, 2 motoniveladoras, 2 rodillos compactadores, 1 cargador frontal. Las cuales operan en distintos rubros tanto en minería, carreteras y obras civiles donde algunos equipos trabajan las 24 horas (diurno y nocturno), debido a una alta demanda que lo requiera los trabajos para aumentar la producción, donde se genera la poca disponibilidad de maquinaria por motivos de operatividad, teniendo como principales fallas: desgaste prematuro de sistema de carrilería y rodamiento, falta de lubricación, repuestos rotos antes de cumplir tu tiempo de vida útil, como consecuencias paradas forzosas de las máquinas, tiempo perdido, horas hombre y bajo de producción.

Actualmente el mantenimiento de estos equipos se realiza de forma correctiva, no se está llevando un control de trabajos ejecutados, lo cual ha venido generado fuertes ingresos económicos y los consecuentes problemas en la compañía. La inapropiada

organización de planificación en rendimiento nos lleva a un descuido en buscar la finalidad proyectados por la compañía.

1.2 Trabajos previos

En la investigación, diseño de un sistema TPM (total productive maintenance), la zona de conservación de la empresa winrep s.a, tiene como fin reducir el índice de paradas no programadas de la maquinaria de producción, se diseñará un sistema basado en la implementación del TPM, de acuerdo en su investigación realizada se ha logrado resolver el origen que ocasionan pérdidas económicas mediante el Diagrama Causa-Efecto, con el uso de esta herramienta se minimizaran los desperdicios y si le sumamos una buena idea de conservación se arregló la cadena de procesamiento del camarón. El costo de esta propuesta será en un \$27.900,00; obteniendo un beneficio de \$255.796,00 recuperando el capital de forma rápida (Avilés Chong, 2018)

En la investigación, diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa TRIDU CONSTRUCCIONES E INGENIERÍAS S.A.S mediante herramientas del TPM Y AMEF, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa TRIDU, se evidenciaron una variedad de problemas debido a la aplicación del mantenimiento correctivo que actualmente la empresa aplica, se identificó las causas del mantenimiento y su efecto en la maquinaria, se planteó el diseño de un AMEF, el cual con las causas priorizadas ya establecidas se generó un cuadro de AMEF para cada falla priorizada basados en la metodología de AMEF por procesos, se diseñaron los formatos de la implementación del mantenimiento bajo los pilares del TPM, se pudo concluir que las principales causas del mantenimiento son la inexperiencia del personal y la falta de capacitaciones (Trigos Duarte, y otros, 2017).

En la investigación, elaboración de un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la maquinaria de recuperación de turbinas del CIRT en la empresa CELEC EP – HIDROAGOYÁN. “El propósito del presente proyecto es desarrollar un plan maestro para establecer la filosofía del TPM en el Torno Vertical del núcleo de estudio y restauración de turbinas CIRT. Los trabajos de conservación profiláctico son planteados a base de técnicas de RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad) como: CA (Análisis de criticidad) y AMFE (Análisis Modal de fallos y efectos). Por último realiza el cálculo del OEE (eficiencia global del equipo)

para un proceso de mandrilado en el torno vertical y se identifican las principales pérdidas en la eficiencia global de la máquina” (Lozada Cepeda, 2017).

Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730E KOMATSU-2013. “Todo sistema es productivo, siempre y cuando opere bajo un mínimo de fallas. Basada en este principio, la investigación en la empresa Komatsu Maquinarias Perú S. A. consistió en el análisis de la situación actual de los equipos y determinó cuál es la relación entre la gestión de mantenimiento preventivo a través de sus indicadores y la disponibilidad. Realizado el análisis, el coeficiente de correlación es 79,1 %, lo que nos indica que existe un regular grado de relación entre las variables de disponibilidad MTBF y MTTR” (Alavedra Flores, y otros, 2016).

Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa MULTISERVICIOS PUNRE SRL, Cajamarca 2016. Con la información obtenida se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa y de su gestión de mantenimiento, se identificó los cuellos de botella en la gestión de la conservación donde se tenía una disposición de las máquinas por debajo del 85%, se realizó un análisis de su procedimiento y se graficó con la herramienta de causa-efecto, lo cual nos dio una visión completa del problema. (Portal Arribasplata, y otros, 2016)

Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la vida nominal de los equipos: vehículos livianos y maquinas-herramientas. empresa COOPSOL MINERÍA Y PETRÓLEO S.A. parte de la necesidad que existe en los talleres, de contar con manuales de operación y mantenimiento de los vehículos y máquinas-herramientas, para poder realizar los diferentes trabajos de mantenimiento preventivo, se realizó la recopilación de la información correspondiente y la evaluación de los equipos encontrando de que la mayoría de las máquinas-herramientas se encontraban en la categoría semi-crítico y los vehículos livianos en la categoría de críticos. Finalmente, se elaboraron los manuales de mantenimiento y operación para mejorar la utilización de los vehículos livianos y máquinas-herramientas. (Espinoza Cadenas, 2014)

Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM).

La investigación inicia mencionando los principales conceptos teóricos del mantenimiento productivo total (TPM), brinda una breve descripción de sus operaciones de producción y mantenimiento e indicadores actuales, tras esta descripción, se realizará el diagnóstico de la situación actual, identificando problemas. Para ello se desarrollan distintas propuestas para cada problema en particular, el método de clasificación de la merma; trabajos de mantenimiento autónomo; 5S; capacitaciones a los colaboradores en temas operativos, calidad y seguridad; y estandarización de procesos, tras haber desarrollado la propuesta de implementación se presentan los beneficios económicos de implementación de TPM. Teniendo ahorros mensuales de S/. 6,731.60 con una inversión inicial de S/: 30,612.63. (García Cabello, 2018)

Proposición para llevar a cabo el (TPM) en la misión de conservación para aumentar la disposición útil de las máquinas en el campo de la mina en la compañía Multiservicios Punre SRL, Cajamarca 2016, se propuso la ejecución del (TPM). Se determinaron los procesos en la gestión de mantenimiento, identificando los cuellos de botella. Encontramos deficiencias en la gestión de información de manera que no llegaba a los encargados de la toma de decisiones, la disponibilidad de los equipos sea menor al 85%, traía como resultado pérdidas en la valorización por las horas no disponibles de los equipos. (Portal Arribasplata, y otros, 2016).

Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento, basado en el TPM (Total Productive Maintenance) y alineado a la norma ISO 22000-2005, para la Industria Cárnica de la Ciudad de Cuenca, El objetivo del Modelo de Gestión de Mantenimiento, es plantear una herramienta para administrar una de las áreas más críticas dentro del sector cárnico de la ciudad de Cuenca. Con este modelo, se logrará involucrar a todo su personal operativo y administrativo, para alcanzar altos niveles de disponibilidad de los equipos e instalaciones, se inició con un análisis de la situación actual de esta área, en base a encuestas y reuniones. Posteriormente, se elaboró un modelo de gestión, e hace énfasis en lo que se establece dentro de la Norma ISO 22000-2005 y el Codex Alimentarius, para el manejo de cárnicos y embutidos, logrando alcanzar plantas con

rendimientos altos en donde las averías, los fallos y los defectos de producción se minimicen o eliminen. (Panamá, y otros, 2016)

“Realizar el diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM para la pyme Sony cámaras, unificar los requisitos integrales de las normas en un Manual Integral de Gestión, para nuevos mercados y aumentar la competitividad” (Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM, 2016).

1.3 Teorías relacionadas al tema

“La evolución de la ciencia lógica y metodológica e incluso psicológicamente es una interacción enrevesada de conjeturas agudas y refutaciones rotundas. Como la evolución biológica, ella es una ronda incesante de variación ciega y retención selectiva” (Guerrero Pino, y otros, 2015).

Se define a la investigación como: “un proceso que mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento” (Tamayo y Tamayo, 2009).

“El análisis es la separación de los componentes de un todo, o examen de los elementos de un sistema complejo y sus relaciones” (Hagen, 2009).

“El análisis en ingeniería es la solución analítica de un problema de ingeniería utilizando las matemáticas, principios físicos y científicos” (Hagen, 2009).

“El diseño en ingeniería es el proceso de concepción de un sistema para satisfacer unas necesidades. Es este un proceso de toma de decisiones, a menudo iterativo, en la cual las ciencias básicas, las matemáticas y los conocimientos de ingeniería son aplicados para transformar óptimamente los recursos y satisfacer los objetivos” (García Melo, 2004).

“la definición de mantenimiento es la mezcla de diversos métodos de mantener máquinas e instalaciones en favor simultáneamente la mayor duración posible (investigando el mayor ingreso de disposición) y mayor productividad” (García Garrido, 2003).

“La conservación de maquinaria se puede precisar cómo obtener una mayor altura de disposición de productividad en circunstancias de calidad imprescindible, al más bajo costo y con el más alto en solidez para los trabajadores que lo usa y provee” (León Lefcovich, 2005).

El mantenimiento ha evolucionado desde finales del siglo XIX, donde inicialmente el mantenimiento consistía en que los operarios de las máquinas repararan estas cuando se malograban, pero conforme avanzaba la tecnología y la complejidad de estas fue necesario formar personas exclusivamente para el mantenimiento y la creación de oficinas de mantenimiento dentro de las empresas, luego de la segunda guerra mundial, brota la idea fiable, donde la sección de conservación no solamente buscaban reparar las máquinas cuando estas empezaban a malograrse sino que además comenzaron a prevenir que estas no se produzcan, a partir de este momento se comenzó a estudiar las tareas de mantenimiento con lo cual se logró establecer el mantenimiento preventivo, además se comenzó a asociar el costo de mantenimiento y con el uso de la computadora se desarrolló el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). A partir de los años 80 comienza a introducirse la idea de que podía ser rentable que los operarios de producción se ocupen de mantenimiento de las máquinas, a partir de allí se establece la metodología TPM, donde algunas tareas de mantenimiento ahora podrían hacerse por los operarios de producción, TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. (García Garrido, 2003)

El mantenimiento se puede clasificar principalmente en tres tipos, mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, cada uno con características particulares.

El mantenimiento preventivo es el aquel que se logra por medio de inspecciones periódicas de los equipos con el objetivo de detectar anomalías en su funcionamiento logrando detectarlas a tiempo para una actuación rápida y eficaz. (González Mantero, 2013)

El mantenimiento correctivo es aquel mantenimiento que no solo reparar la máquina averiada si no también buscar, diagnosticar y corregir la causa real que provoco el fallo, con esto se logra prevenir la rápida reaparición del mismo. (Sánchez Marín, y otros, 2007)

El mantenimiento predictivo se basa en un entendimiento constante de la situación y eficiencia de las máquinas, lo cual se logra con la medición de determinadas variables. El estudio de los cambios en estas variables determina la actuación o no del mantenimiento correctivo. (Navarro Elola , y otros, 1997)

Para un mejor desarrollo del mantenimiento se pueden distinguir cuatro estrategias.

Estrategias básicas, son estrategias que consisten en operaciones de mantenimiento correctivo, son poco eficientes, no buscan reducir los costos no maximizar la

productividad, normalmente son aplicadas por la pequeña industria. (Sánchez Marín, y otros, 2007)

Estrategias moderadamente intensivas, se basa en cálculos de mantenimiento preventivo y correctivo con mayor énfasis hacia el preventivo, se cuenta con un programa de mantenimiento básico, recolectando información poco sistematizada con sustitución de componentes sin evaluación continua. (Sánchez Marín, y otros, 2007)

Estrategias intensivas, se cuenta con todos los tipos de mantenimiento se tiene clasificado el mantenimiento en función a la criticidad de las maquinas, el programa de mantenimiento se encuentra optimizado y sometido a evaluación continua, se cuenta con rutas de trabajo y se ha sistematizado la información se usa programas informáticos y hay una evolución constante del mantenimiento preventivo. (Sánchez Marín, y otros, 2007)

Estrategias integrales, actualmente una gran parte de las estrategias se basan en la filosofía de producción y mantenimiento de S. Nakajima. 1988, denominada por este mantenimiento productivo total (TPM), siendo una de sus características básicas que el operador de cada máquina o instalación es responsable del funcionamiento y mantenimiento diario. (Sánchez Marín, y otros, 2007)

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales:

“Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.

Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.

Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección” (Lefcovich, 2009).

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento que consiste en la cantidad de tiempo que un equipo trabaja antes de una parada. (Pauro, 2007).

La fiabilidad es la posibilidad de que una máquina realice un trabajo para el cual fue construida de forma satisfactoria. (Pauro, 2007)

La mantenibilidad es la probabilidad que la máquina esté disponible para su mantenimiento correspondiente, permitiendo conocer el estado, tanto por ciento de hallarse el tiempo en la valuación. (Pauro, 2007)

Existen causas que dificultan ganancias de la incrementación de la Eficacia Total de las máquinas, reservadas en seis equipos nombrados como «seis grandes pérdidas».

Pérdidas por daños de máquinas. “Estos causan horas muertas a lo largo del transcurso a causa de la mala operación de los equipos causando enormes daños. También se le suma tiempo invertido por el operador buscando prevenir contratiempos” (Bojorquez, 2008).

Duración en reparo y ajustes de las máquinas. “es el efecto de duración de pausas de marcha por disposición de los equipos (ajustes) para poner en curso, se detalla que este tiempo se puedan disminuir si la intervención de arreglo se hicieran cuando los equipos se encuentren parados” (Bojorquez, 2008).

Duración en vano y pausas breves. “estos daños no afectan a la máquina y son originados por atascos, pausa de duración en que la maquina está en prórroga y luego siguen su funcionamiento” (Bojorquez, 2008).

Operación a celeridad limitada. “Generados por la limitación de rapidez, de esta manera prevenir disminución por daños o fallas en la condición de resultados” (Bojorquez, 2008)

Defectos de calidad y reprocesos. “Sustenta que a lo largo de los trabajos habituales se elaboran mercancías que no se hacen con exigencia de calidad (defectuosos) provocando daños” (Bojorquez, 2008).

Puesta en marcha. “Se genera en el periodo principal de productividad, desde el inicio hasta la garantización del equipo, como el suceso de fase de demostración” (Cuatrecasas, 2012).

El mejoramiento de la calidad. “Consiste en realizar actos de disposición para poder dar mercancía de calidad, como resultado de causa cero deficiencias. Esto se consigue con la constante investigación de un aumento y perfeccionamiento de la máquina” (Silva, 2015).

1.4 Formulación del problema

¿Cómo el diseño de un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM incrementará la producción de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC?

1.5 Justificación del estudio

Esta indagación es valiosa ya que nos proporcionan la implementación de nuevas metodologías para la optimización de conservación de las maquinas línea amarilla en la compañía Renteq Maquinarias SAC, la cual va a permitir solucionar los problemas que se presenten durante la gestión del mantenimiento de forma más rápida. El mantenimiento basado en la metodología TPM, permitirá el aumento de producción, alcanzando que este sea muy competente y de esta manera el incremento del rendimiento de las máquinas, disminuyendo las paradas no programadas por averías y los tiempos de reparación, la aplicación del TPM trae consigo el ordenamiento, limpieza e incremento de la seguridad en las diferentes áreas del trabajo, mejorando la eficiencia del personal que trabaja y emitirá reducir los desperdicios producto de los trabajos de mantenimiento.

1.5.1 Técnica

Esta investigación es importante ya que permitirá la implementación de nuevas metodologías para la optimización del mantenimiento de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC, la cual va a permitir solucionar los problemas que se presenten durante la gestión del mantenimiento de forma más rápida.

1.5.2 Económica

El mantenimiento basado en la metodología TPM, va a permitir la incrementar la productividad, logrando que esta sea más eficiente y por lo tanto el incremento del rendimiento de las máquinas, disminuyendo las paradas no programadas por averías y los tiempos de reparación.

1.5.3 Social

Esta investigación es importante ya que la aplicación del TPM trae consigo el ordenamiento, limpieza e incremento de la seguridad en las diferentes áreas del trabajo, mejorando la eficiencia del personal que trabaja.

1.5.4 Ambiental.

Esta investigación permitirá reducir los desperdicios producto de los trabajos de mantenimiento, lo cual tiene un impacto muy positivo al medio ambiente, además del manejo de estos de forma adecuada.

1.6 Hipótesis

Diseñar el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM permitirá incrementar la producción de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC

Diseñar el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM permitirá incrementar la producción de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Elaborar el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM de esta manera incrementar la productividad de las máquinas en la empresa Renteq Maquinarias SAC.

1.7.2 Objetivos específicos.

- Realizar una auditoría de mantenimiento de maquinaria pesada en la empresa Renteq Maquinarias SAC
- Determinar las alternativas de solución basado en la metodología TPM para optimizar el mantenimiento e incrementar su productividad y confiabilidad de los equipos de línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC.
- Realizar la evaluación económica de la implementación del plan de mantenimiento basado en la metodología TPM.

II. MÉTODO

2.1. Tipoy diseño de la investigación

No Experimental

“Es la indagación porque se ejecuta sin mangonear intencionalmente las variables. Se ocupa en analizar donde no realizamos variar de modo deliberado las variables independientes para mirar su falla por encima de las otras variables” (Hernández Sampieri, y otros, 2010).

Esta investigación da inicio en la indagación de registros de las variables a examinar la investigación de las operaciones para mantenimiento, frecuencias en parada, tiempo de los equipos línea amarilla en la empresa RENTEQ MAQUINARIAS SAC, teniendo presente siempre la certeza de las normas actualizadas.

Descriptiva

“Se refiere a la interpretación concreta de la naturaleza o sociedad actual. Trabaja con realidades del fenómeno u objeto de estudio” (Gomez Bastar, 2012).

“Busca especificar propiedades, características y rangos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (Hernández Sampieri, y otros, 2010).

Estudio	T1
M1	O1
M2	O2

Para:

M1 y M2 son muestras

O1 y O2 son observaciones

2.2. Operacionalización de Variables

2.2.1. Variable independiente

Variable Independiente

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Variable Dependiente.

Productividad

Operacionalización de las Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFICNIACIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)	“Grupo de métodos expertos y actuaciones donde aseguran a las máquinas, instalaciones y la disposición pueda aumentar una tarea anticipada en un proyecto de productividad en persistente desarrollo de aumento constante” (Rey, 2001).	Grupo de acciones donde nos ayuda a la mejoría de la producción y confiabilidad de las maquinas en la empresa RENTEQ MAQUINARIAS SAC.	Confiabilidad	% Lapso promedio entre fallos Tiempo promedio en restauración	Inspección Revisar registros
			Disponibilidad	Lapso Intervalo de máquina inoperativas	
Variable Dependiente: Productividad	Mezcla entre la eficacia y la efectividad ya que la efectividad está	Estudiaremos las medidas en eficacia y efectividad, midiendo tiempo de	Eficacia	Porcentaje	Inspección

	vinculada con la actuación y la eficiencia con la utilización de bienes.	parada y operación de los equipos línea amarilla en la empresa RENTEQ MAQUINARIAS SAC.	Eficacia	Porcentaje	
--	--	--	----------	------------	--

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

“Es el total del mundo, alcanza a muchos de los integrantes en un equipo donde puede ser muy caro y tomar bastante tiempo el estudio” (Cruz del Castillo, y otros, 2014).

Equipos de línea amarilla en la empresa RENTEQ MAQUINARIAS SAC.

2.3.2. Muestra.

“Fracción peculiar del mundo de investigación. La demostración se extrae de muchas maneras donde abarcan dos enormes equipos, de la muestra probabilístico y el no probabilístico” (Baena Paz, 2017).

Maquinaria en la compañía RENTEQ MAQUINARIAS SAC.

Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas	Uso	Instrumentos
Observación	Conducir el documento para controlar los tiempos de paradas y tiempos de operación de las máquinas de la compañía RENTEQ MAQUINARIAS SAC, además de cuantificar el número de paradas y el tiempo de reparación.	Documentos de inspección de cálculo de las máquinas.
Revisar registros	Buscar datos de normas de maquinaria pesada y mantenimiento basado en TPM.	Registro de inspección de documentos.

2.4. Técnicas de Recolección de Datos

2.4.1. Observación

“El reconocimiento directo es donde el propio observador ira a recopilar la investigación, sin dirigirse a los individuos implicados; acudir de primera mano a su lectura de investigación” (Baena Paz, 2017)

Por medio de este método se llevará un registro del funcionamiento de los equipos línea amarilla en la empresa RENTEQ MAQUINARIAS SAC, conduciendo la supervisión para el trabajo, tiempos muertos, de esta manera registrar las fallas, también el lapso de reparación a estas fallas de cada equipo línea amarilla, para establecer actividades en progreso constante.

2.4.2. Revisión documental

“Es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera “objetiva” y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico” (Hernández Sampieri, y otros, 2010)

Este medio nos permitirá la búsqueda de diversas normativas e información técnica de equipos línea amarilla, también de la acción donde se usará la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM).

2.4.3. Instrumentos de Recolección de Datos.

Ficha de registro de Operación

Este documento de trabajo de los equipos, permitirá el registro de las actividades que realiza los equipos, tiempo de labor, tiempo de interrupción, cantidad de fallas y lapso en reparar cada equipo.

Este documento tiene dos partes, en el principal es donde se anota las especificaciones generales del cálculo, como el día, hora, personal que ejecutó el registro, en la siguiente parte la inscripción de medida de operación de los equipos línea amarilla para de esta manera establecer actividades de mejora continua.

Ficha de revisión documental.

“A través de una inspección documental, se hará fichas de tarea considerando como eje inicial la noción, propiedades y la indeterminación de las suposiciones” (Gómez Bastar, 2012).

El documento de inspección original, nos permitirá llevar un inventario de varios registros para examinarlos referente a equipos línea amarilla, características de las condiciones de trabajo, además de la información técnica de los equipos línea amarilla, relacionado al método TPM.

2.4.4. Validez

“La manera más sencilla de comprobar los resultados, sería la repetición del experimento, lo cual serviría para confirmar si los resultados obtenidos son los mismos.” (Gómez Bastar, 2012).

Esta indagación será aprobada por los expertos en tesis (profesionales de Ingeniería Mecánica Eléctrica) también por el encargado destinado por la compañía donde se hará dicha indagación, considerando que se aprobaran las herramientas de acumulación de la información con la apariencia técnica de la actual indagación, de esta manera precisar los factores de marcha.

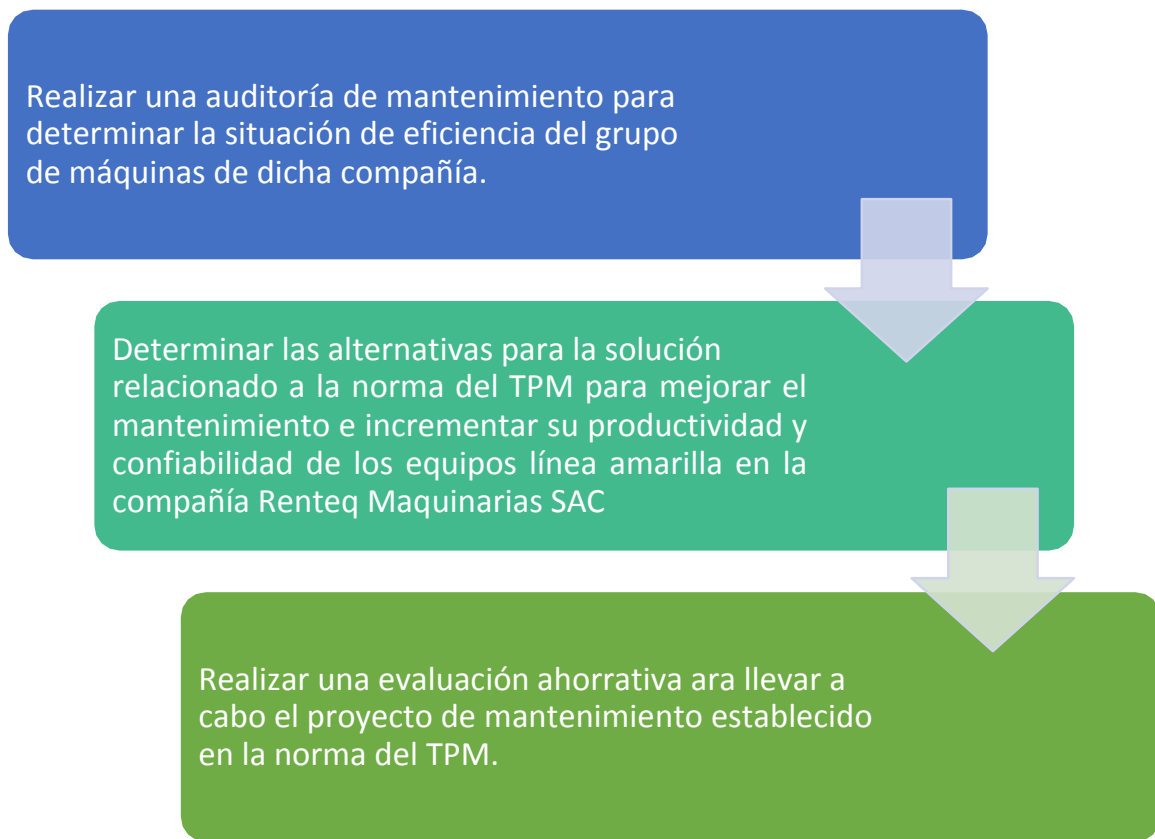
2.4.5. Confiabilidad.

“La confiabilidad de una herramienta de medida se relata al rango de su adaptación reiterando al propio sujeto o asunto, crea efectos resistentes y consecuentes” (Hernández Sampieri, y otros, 2010).

La confiabilidad será dada por los expertos para validar las herramientas, si se solicite la transformación conforme a sus demandas será primacía a sus criterios.

La planificación tendrá la fortaleza o convicción con exactitud el éxito alcanzado.

2.4.6. Procedimiento.



2.5. Métodos de Análisis de Datos

Esta investigación documentaria será ejecutada con la finalidad de implantar el método para el diseño de un plan de mantenimiento, para un incremento de producción para los equipos aplicando la norma del TPM.

2.6. Aspectos Éticos

Toda la recopilación de datos lo realizaré con la mutua autorización de la empresa, también se acatará la pertenencia del pensador de los estudios revisados, así como el manual del fabricante el cual se utilizará para revisar la información sobre el mantenimiento de los equipos, no tendrá un efecto negativo con la colectividad sino un favor para su compañía.

III. RESULTADOS

3.1. Realizar una auditoría en mantenimiento en los equipos de línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC

La empresa Renteq Maquinarias SAC, es una empresa que cuenta con equipos de línea amarilla los cuales se encuentran trabajando en diversas obras, estos son.

Tabla 1.Descripción de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC.

ÍTEM	CLASE	MARCA	MODELO	No SERIE
1	Excavadora	Caterpillar	320 DL	A8F02128
2	Excavadora	Caterpillar	320 DL	A8F02702
3	Excavadora	Caterpillar	320 DL	A6F02282
4	Excavadora	Caterpillar	320 DL	SBN02270
5	Excavadora	Caterpillar	320 DL	SBN02027
6	Excavadora	Caterpillar	320 D2	LMA00889
7	Excavadora	Caterpillar	320 D2	TDZ10262
8	Motoniveladora	Sany	SHG190C	11PY22190343
9	Motoniveladora	Caterpillar	135 H	8WN01019
10	Rodillo	Caterpillar	CS533E	BZE02603
11	Rodillo	Caterpillar	CS533C	2WN00163
12	Cargador	Caterpillar	950F	2LM00674

Origen: Preparación real

Se ejecutó el estudio del estado situacional a cada equipo de acuerdo a la ficha de evaluación de operatividad, la cual nos da los siguientes resultados

Tabla 2. Evaluación del estado operacional de los equipos línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC

	EXCAVADO RA	EXCAVADO RA	EXCAVADO RA	EXCAVADO RA	EXCAVADO RA	EXCAVADO RA	EXCAVADO RA	MOTONIVELAD ORA	MOTONIVELAD ORA	RODILLO	RODILLO	CARGADO R
	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	SANY	CATERPILLAR	CATERPILL AR	CATERPILL AR	CATERPILL AR
	A8F02128	A8F02702	A6F02282	SBN02270	SBN02027	LMA00889	TDZ10262	11PY22190343	8WN01019	BZE02603	2WN00163	2LM00674
MOTOR	B	B	B	B	B	B	B	R	R	B	R	R
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	B	B	B	B	B	B	B	R	0	R	R	R
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	B	B	B	B	B	B	B	R	0	R	R	R
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	B	B	B	R	B	B	B	B	B	B	B	R
SISTEMA ELÉCTRICO	B	B	B	B	B	B	B	R	R	R	R	R
SISTEMA DE FRENOS	B	B	B	B	B	B	B	B	B	R	B	R
SISTEMA HIDRAÚLICO	B	B	B	B	B	B	B	R	R	R	R	R
LAMPÓN	B	B	B	B	B	B	B					
CUCHILLA DE NIVELACIÓN								R	R			
RODILLO COMPACTADOR										R	R	
CUCHARÓN												R

Origen: Preparación real

Tabla 3,Inventario de fallas por máquina de la empresa Renteq Maquinarias SAC.

	EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			MOTONIVEL ADORA			MOTONIVEL ADORA			RODILLO			RODILLO			CARGADOR				
	CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			SANY			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR				
	A8F02128			A8F02702			A6F02282			SBN02270			SBN02027			LMA00889			TDZ10262			11PY22190343			8WN01019			BZE02603			2WN00163			2LM00674	
	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost		
MOTOR	2	1	1	1	1	1	1		1			1		1		1		1	1		1		1		1		1		1		1		1		
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						1		1		1				1		1		1	1		1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE															1										1				1						
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	1	2		1				1			1		1								1			1											
SISTEMA ELÉCTRICO				1	1		1		1		1									1															
SISTEMA DE FRENOS																				1															
SISTEMA HIDRÁULICO		1	1	1							1	1		1	1	1			1			1			1			1					1		
LAMPÓN						1	1					1		1			1																		
CUCHILLA DE NIVELACIÓN																				1			1												
RODILLO COMPACTADOR																																			
CUCHARÓN										1																						1			
TOTAL DE FALLAS (JUN-AGO)	3	4	2	4	2	3	3	2	2	2	3	3	1	3	1	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	1	1	3	

Origen: Preparación real.

Tabla 4. Tiempo en reparación por fallas de las máquinas de la empresa Renteq Maquinarias SAC.

	EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			MOTONIVEL ADORA			MOTONIVEL ADORA			RODILLO			RODILLO			CARGADOR					
	CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			SANY			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR								
	A8F02128			A8F02702			A6F02282			SBN02270			SBN02027			LMA00889			TDZ10262			11PY22190343			8WN01019			BZE02603			2WN00163			2LM00674					
	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost			
MOTOR	4	8	8	4	4	4	4		4			8		8		4		8	4		4	4		4		4	4	4	4		4	3		4	4		3		
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						4		4		6				4				4		4	4			4	3	4	4	4	4	2	4		4	3		4	2		
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE															2														6					2					
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	8	8		8				6			3		4									3					2												
SISTEMA ELÉCTRICO				4	8		3		2		2										3																		
SISTEMA DE FRENOS																					4																		
SISTEMA HIDRÁULICO		4	12	12							4	8		4			8	4	8			3			4				4									5	
LAMPÓN						8	8					8				4	8			4																			
CUCHILLA DE NIVELACIÓN																						8			8														
RODILLO COMPACTADOR																																							
CUCHARÓN										1																											8		
TOTAL DE FALLAS (JUN-AGO)	12	20	20	28	12	16	15	10	6	7	9	24	4	16	2	8	16	16	12	8	8	7	15	11	15	8	10	14	6	8	3	4	9	8	10	8			

Origen: Preparación real.

Tabla 5. Tiempo total de fallas en las máquinas de la empresa Renteq Maquinarias SAC.

	EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			MOTONIVEL ADORA			MOTONIVEL ADORA			RODILLO			RODILLO			CARGADOR					
	CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			SANY			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR								
	A8F02128			A8F02702			A6F02282			SBN02270			SBN02027			LMA00889			TDZ10262			11PY22190343			8WN01019			BZE02603			2WN00163			2LM00674					
	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost	Ju ni o	Ju lio	Ag ost			
MOTOR	8	8	8	4	4	4	4	0	4	0	0	8	0	8	0	4	0	8	4	0	4	4	0	4	0	4	4	0	4	3	0	4	4	0	0	3			
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	0	0	0	0	0	4	0	4	0	6	0	0	0	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	4	3	4	4	4	4	2	4	0	4	3	4	2	0
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	8	16	0	8	0	0	0	6	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SISTEMA ELÉCTRICO	0	0	0	4	8	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SISTEMA DE FRENOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SISTEMA HIDRAÚLICO	0	4	12	12	0	0	0	0	0	0	4	8	0	4	0	0	8	4	8	0	0	3	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5		
LAMPÓN	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	8	0	0	0	4	8	0	0	4	0																		
CUCHILLA DE NIVELACIÓN																					8				8														
RODILLO COMPACTADOR																																							
CUCHARÓN																																				8			
TOTAL DE FALLAS (JUN-AGO)	16	28	20	28	12	16	15	10	6	6	9	24	4	16	2	8	16	16	12	8	8	7	15	11	15	8	10	14	6	8	3	4	9	8	10	8			

Fuente: Preparación real.

Tabla 6. Operación en fiabilidad, mantenibilidad y reserva en cada equipo de línea amarilla JUNIO - AGOSTO

	EXCAVADOR A			EXCAVADORA			EXCAVADORA			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADORA			EXCAVADORA			MOTONIVEL ADORA			MOTONIVEL ADORA			RODILLO			RODILLO			CARGADOR		
	CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			SANY			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR		
	A8F02128			A8F02702			A6F02282			SBN02270			SBN02027			LMA00889			TDZ10262			11PY22190343			8WN01019			BZE02603			2WN00163			2LM00674		
	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost	Ju nio	Jul io	Ag ost
FIABILIDAD Tiempo Promedio entre fallos TPEF (días)	9.33	6.88	13.75	6.63	14.75	9.33	9.38	14.88	14.63	14.63	9.96	9.00	29.50	9.67	29.75	14.50	14.50	9.67	14.25	15.00	14.50	14.6	9.7	9.5	9.4	15.0	9.6	9.4	15.1	14.5	29.6	30.5	9.6	14.5	14.9	14.5
Tasa de fallos (λ) (No fallos/año)	0.11	0.15	0.07	0.15	0.07	0.11	0.11	0.07	0.07	0.07	0.10	0.11	0.03	0.10	0.03	0.07	0.07	0.10	0.07	0.07	0.07	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
MANTENIBILIDAD Tiempo Promedio de reparación TPPR (días)	0.67	0.88	1.25	0.88	0.75	0.67	0.63	0.63	0.38	0.38	0.38	1.00	0.50	0.67	0.25	0.50	1.00	0.67	0.75	0.50	0.50	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5
Tasa de reparación (μ) (No reparaciones/año)	1.50	1.14	0.80	1.14	1.33	1.50	1.60	1.60	2.67	2.67	2.67	1.00	2.00	1.50	4.00	2.00	1.00	1.50	1.33	2.00	2.00	2.3	1.6	2.2	1.6	2.0	2.4	1.7	2.7	2.0	2.7	2.0	2.7	2.0	1.6	2.0
DISPONIBILIDAD D (%)	93%	89%	92%	88%	95%	93%	94%	96%	98%	98%	96%	90%	98%	94%	99%	97%	94%	94%	95%	97%	97%	97%	94%	95%	94%	97%	96%	94%	98%	97%	99%	98%	96%	97%	96%	97%

Fuente: Preparación real.

Tabla 7. Operación en fiabilidad, mantenibilidad y reserva en cada equipo de línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC

	EXCAVADORA	EXCAVADORA	EXCAVADORA	EXCAVADORA	EXCAVADORA	EXCAVADORA	EXCAVADORA	MOTONIVELADORA	MOTONIVELADORA	RODILLO	RODILLO	CARGADOR
	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR	SANY	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR
	A8F02128	A8F02702	A6F02282	SBN02270	SBN02027	LMA00889	TDZ10262	11PY22190343	8WN01019	BZE02603	2WN00163	2LM00674
FIABILIDAD Tiempo Promedio entre fallos TPEF (días)	9.99	10.24	12.96	11.19	22.97	12.89	14.58	11.27	11.32	13.01	23.25	14.63
Tasa de fallos (λ) (No fallos/año)	0.11	0.11	0.08	0.09	0.06	0.08	0.07	0.09	0.09	0.08	0.06	0.07
MANTENIBILIDAD Tiempo Promedio de reparación TPPR (días)	0.93	0.76	0.54	0.58	0.47	0.72	0.58	0.51	0.51	0.49	0.42	0.54
Tasa de reparación (μ) (No reparaciones/año)	1.15	1.33	1.96	2.11	2.50	1.50	1.78	2.02	2.00	2.13	2.44	1.87
DISPONIBILIDAD D (%)	91%	92%	96%	95%	97%	95%	96%	95%	95%	96%	98%	96%

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1. Diagnóstico de la empresa

Previo a ejecutar la perfección del plan de administración en mantenimiento preventivo para ampliar la fiabilidad en los equipos la línea amarilla, se ha hecho una recopilación de las fallas ocurridas por sistemas para de esta manera poder identificar cuáles de estas fallas se dan con mayor frecuencia.

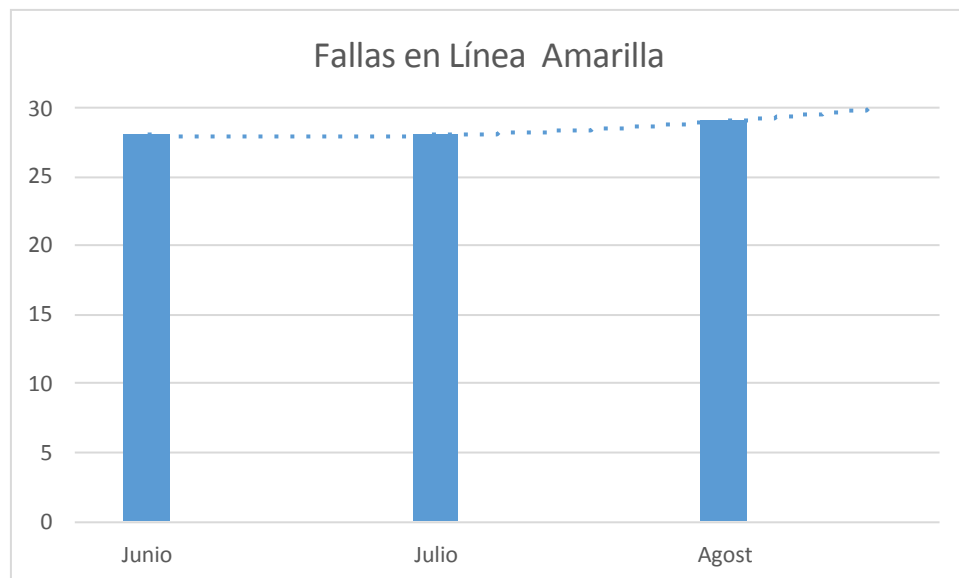


Figura 1. Tendencia de fallas en la línea amarilla.

3.1.2. Análisis de fallas por sistema.

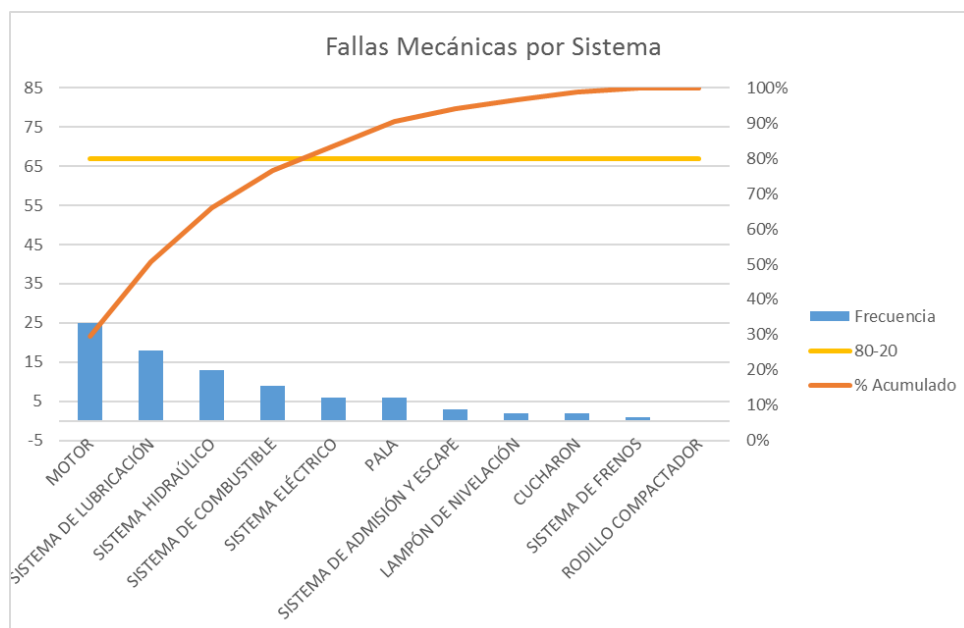


Figura 2. Imperfección por sistema.

En la imagen se observa que el total de imperfecciones mecánicas el 80%, se debe al sub siguiente método: motor, lubricación, hidráulico y sistema de combustible, se considera método decisivo.

Tabla 8.Imperfección por sistema.

SISTEMAS	FALLA
MOTOR	25
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	18
SISTEMA HIDRAÚLICO	13
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	9

Origen: Preparación real

En este método, serán subdivididos en sub-sistemas, se analizará cada uno de los sub-sistemas para poder dar medidas correctivas de ser necesario.

3.1.3. Motor

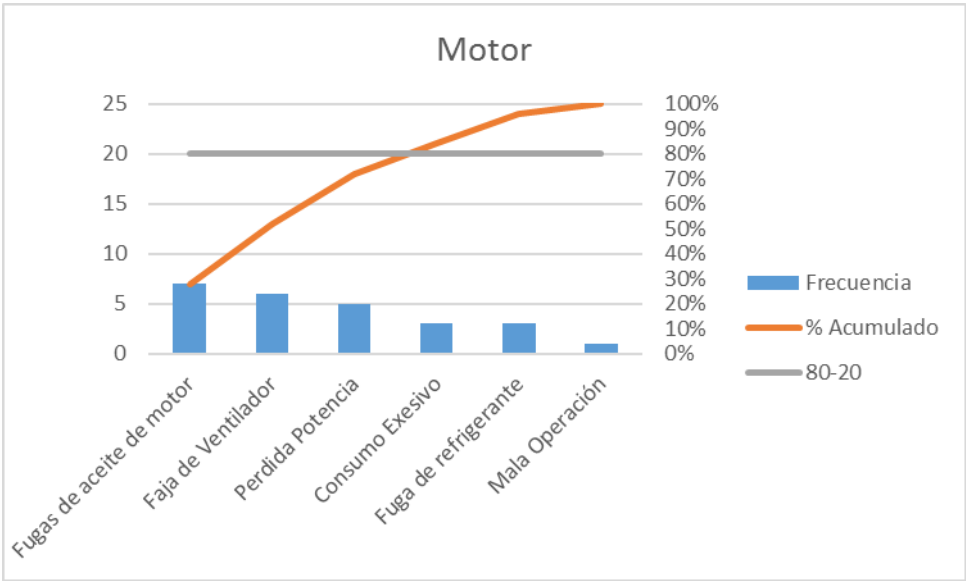


Figura 3.Imperfección de motor.

En la imagen se ha identificado que en el sub sistema motor el 20% del contratiempo dan principio al 80% del general de imperfecciones, en el motor por varios motivos los más notorios están en las fugas de aceite de motor, identificando al contratiempo, se usará el

instrumento Ishikawa causa-efecto, verteremos en el sub sistema del contratiempo y se realizará las soluciones a llevar a cabo.

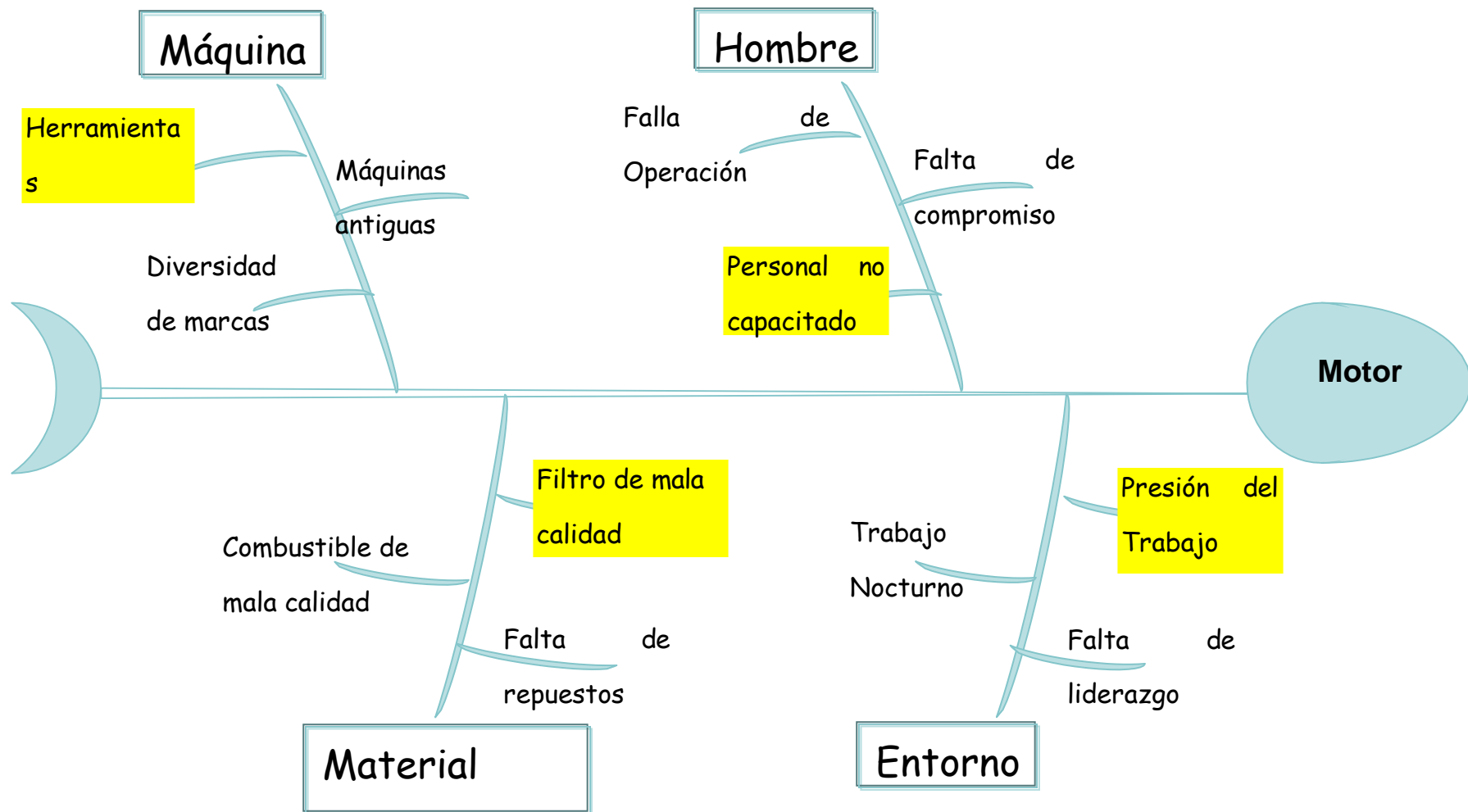


Figura 4. Digrama Ishikawa 01

Observando la imagen, el esquema causa-efecto del contratiempo de la deficiencia del motor, se examinará cuatro motivos que dan inicio a la deficiencia del motor:

- Herramientas inadecuadas.
- Filtros de mala calidad
- Personal no capacitado
- Presión en el trabajo

3.1.4. Sistema de Lubricación

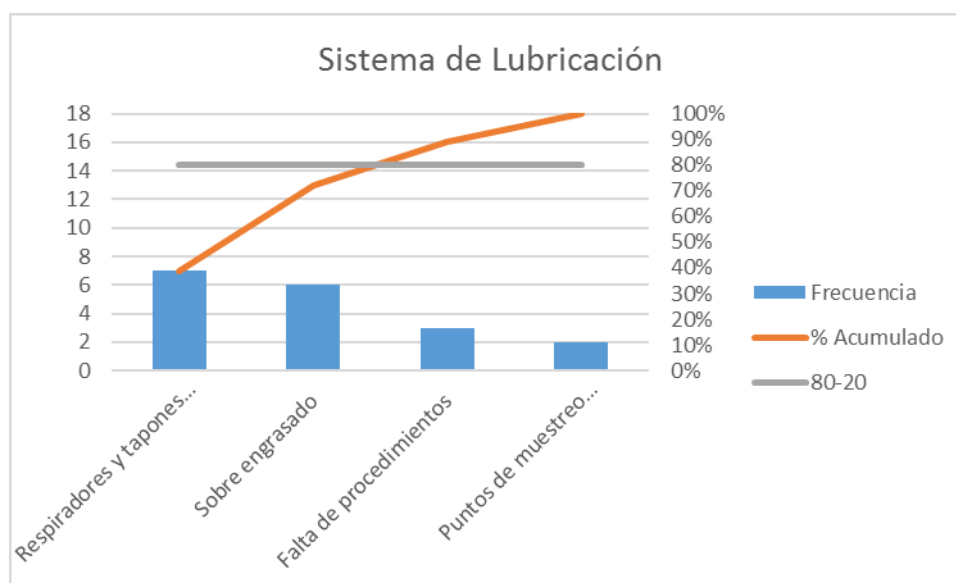


Figura 5. Fallas sistema de lubricación.

En la figura se ha identificado que en el sub-sistema de lubricación el 20% de los contratiempos dan inicio al 80% de la totalidad de imperfecciones, el método de lubricación por diversos motivos las más destacadas es respiradores y tapones instalados por OEM, determinando el contratiempo utilizaremos el instrumento Ishikawa causa-efecto, verteremos al sub sistema de contratiempo y estimaremos el probable resultado a ejecutar.

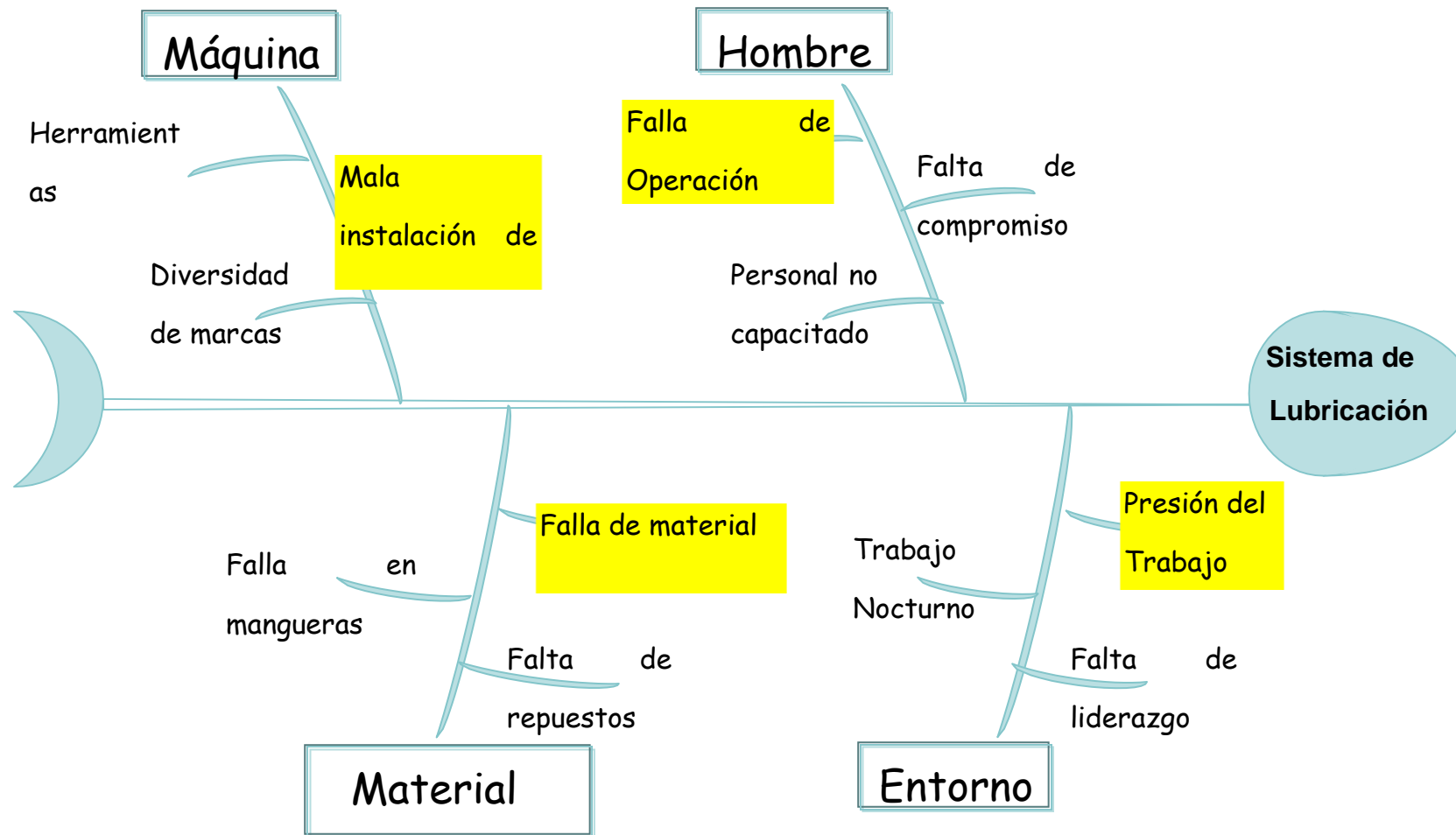


Figura 6. Diagrama Ishikawa 02

Observando la imagen, el esquema causa-efecto del contratiempo en fallas del método de lubricación, observamos cuatro procesos que dan inicio a la deficiencia del motor:

- Mala Instalación de elementos
- Falla del material
- Falla de operación
- Presión en el trabajo

3.1.5. Sistema Hidráulico

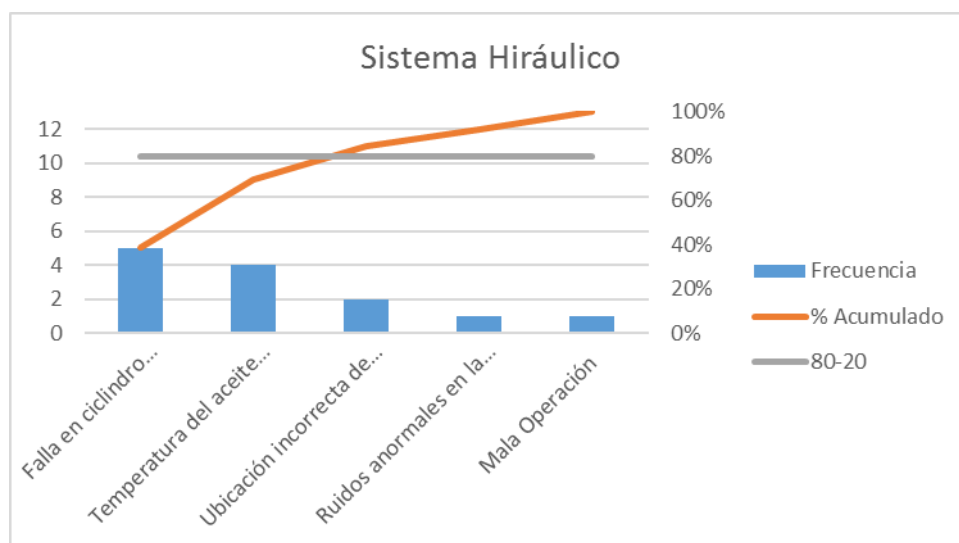


Figura 7. Falla de sistema hidráulico

En la figura se ha identificado que en el subsistema hidráulico el 20% de los contratiempos dan inicio al 80% del global de deficiencias, del método Hidráulico por muchas situaciones, pero las más sobresalientes están en la deficiencia del cilindro hidráulico, reconociendo el contratiempo, utilizaremos el instrumento Ishikawa causa-efecto, verteremos en el subsistema del contratiempo y estimaremos el probable resultado a ejecutar.

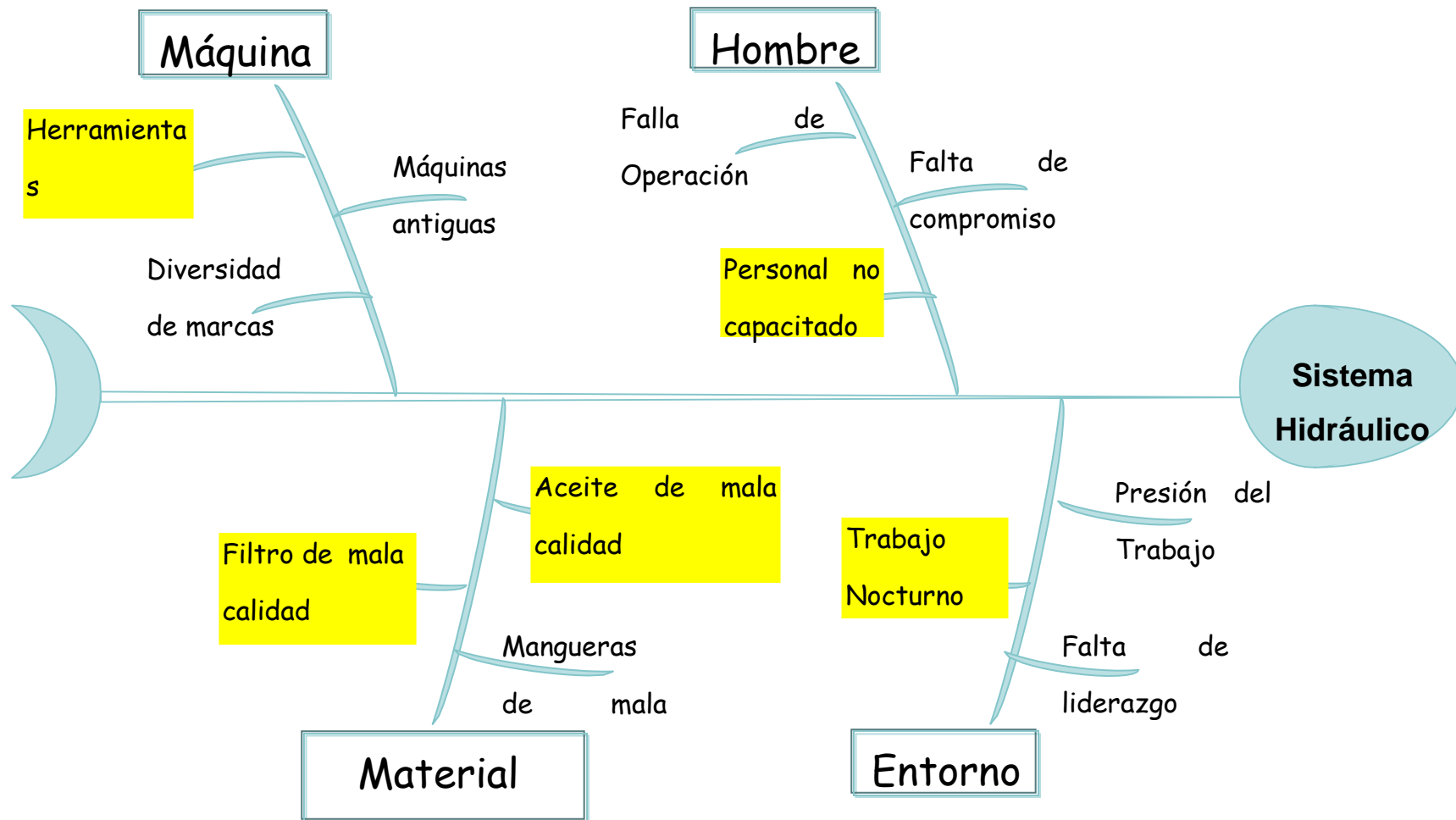


Figura 8. Diagrama Ishikawa 03

Observando la imagen, el esquema causa-efecto el contratiempo de falla en el método hidráulico, se observa cinco motivos que dan inicio a la deficiencia del método hidráulico:

- Herramientas inadecuadas
- Filtro de mala calidad
- Aceite de mala calidad.
- Presión en el trabajo.
- Personal no capacitado

3.1.6. Sistema de combustible.

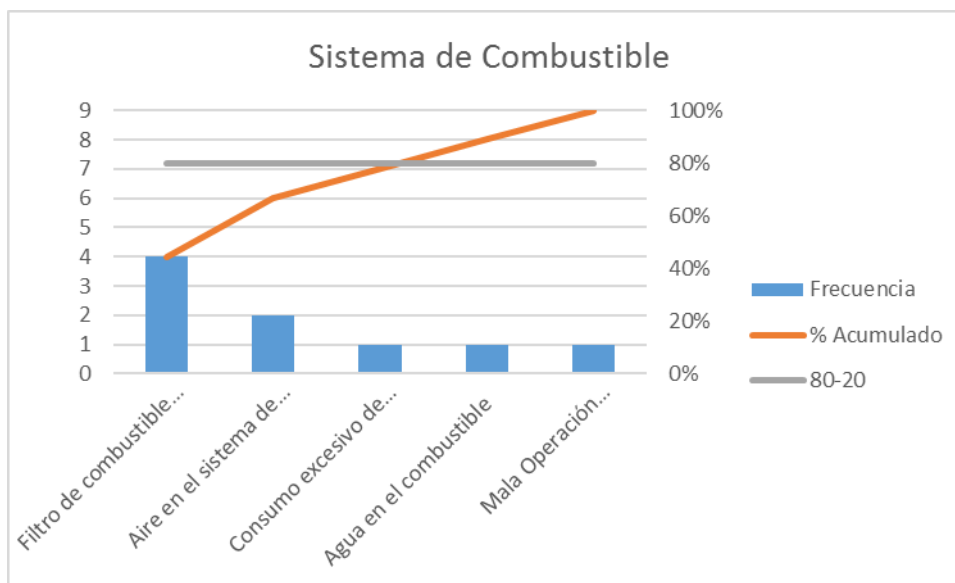


Figura 9. Deficiencias en el sistema de combustible.

En la figura se ha identificado que en el sub-sistema de combustible el 20% de los contratiempos dan inicio al 80% al global de las deficiencias, en el método para combustible por varios motivos, las más sobresalientes en cantidad por fallas es en el filtro de combustible, reconociendo al contratiempo utilizaremos el instrumento Ishikawa causa-efecto, verteremos en el sub sistema del contratiempo y estimaremos los probables resultados a ejecutar.



Figura 10. Diagrama Ishikawa 04

Observando la imagen, el esquema causa-efecto del contratiempo de la falla del método de combustible, observamos cinco motivos donde se inicia la deficiencia del motor:

- Instrumentos inapropiados
- Filtro de mala calidad.
- Diésel malicioso.
- Presión en el trabajo.
- Falla en la operación.

3.1.7. Resumen Diagnóstico

Utilizando los instrumentos de la regla del 80-20, se han identificado los métodos decisivos que se detallan en seguida.

Motor Diésel. Determinamos que el problema en las fugas de aceite del motor debido a filtros de mala calidad, herramientas inadecuadas y personal no capacitado conlleva a pérdidas de potencia y parada de operación.

Sistema de lubricación, en el sistema de lubricación se ha podido identificar que el principal problema son los respiradores y tapones instalados OEM, lo cuales permiten el ingreso de partículas que traerían como consecuencia que los pistones se rayen y el ingreso de humedad que deteriora el sistema esto debido a una falla del material, falla de operación y presión del trabajo ocasionando parada de operación

Sistema Hidráulico, se ha identificado que la principal falla en este sistema se da en los cilindros hidráulicos, esto se debe principalmente a filtros de mala calidad, aceite de mala calidad, uso de herramientas inadecuadas, lo cual genera ralladuras en los cilindros por lo que presenta fugas de aceite, pérdida de presión y de capacidad de trabajo ocasionando parada de operación.

Sistema de combustible, las fallas en este sistema se generan debido a la mala calidad del combustible, filtros de mala calidad y la presión del trabajo principalmente, lo que ocasiona que el combustible que llegue al motor no sea el adecuado por lo que ocurre una pérdida de la potencia y como consecuencia parada de la operación.

En el esquema cola de pescado, observamos el diagrama causal de la deficiencia, especificamos a continuación:

- Premura en la realización de los mantenimientos, no se hace la evaluación de equipos.
- No se cuenta con un almacén de repuestos
- El método de trabajo no está modificado para el trabajo y acciones de comprobación.
- Grupo de trabajadores no preparados (mecánicos, operadores y supervisores).
- Estandarización de repuestos: filtros, elementos de desgaste deben ser de marcas reconocidas para garantizar la calidad del repuesto.

3.2. Determinar las alternativas de solución basado en la metodología TPM para optimizar el mantenimiento e incrementar su productividad y confiabilidad de los equipos línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC.

Habiendo identificado los sistemas críticos con el uso de herramientas como el diagrama de Pareto e Ishikawa, se plantean la opción de mejoría a ejecutar en el sistema de gestión del mantenimiento preventivo para minimizar las actividades correctivas.

3.2.1. Revisar, actualizar las tareas y actividades programadas del mantenimiento

Se debe revisar, actualizar y programar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, priorizando los sistemas críticos identificados para tener mayor verificación y aumentar la fiabilidad en las máquinas.

3.2.2. Implementar un almacén de repuestos críticos

Se debe implementar un depósito en provisiones precisas de mayor y menor rotación. Para juntar las provisiones y ejecutar la labor con frecuencia del depósito central de la base.

3.2.3. Capacitar al personal técnico propio y tercero

Se debe capacitar al grupo de mecánicos pertinente y particular los temas relacionados con los sistemas críticos, tales como: motor, sistemas hidráulicos, sistemas de lubricación, sistema de combustible, para de esta manera aminorar la duración de diagnóstico, conservación, también corrección en fallas.

3.2.4. Implementar un software de mantenimiento

Se propone poner en marcha un programa de conservación, de esta manera aumentar la planificación, control para sus actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, además del control de los repuestos.

Para incrementar la productividad y confiabilidad de los equipos basado en la metodología TPM, se debe ejecutar mejoras en la administración de mantenimiento preventivo y correctivo.

3.2.5. Analizar la situación actual del mantenimiento

Se debe analizar el estado real de conservación por medio del método de la cola del pescado, después debe realizar con una reunión con todo el personal de todos los niveles, especialmente con los técnicos para poder advertir cuáles serán las señales para ejecutar y llevar a cabo la mejora en gestión de mantenimiento preventivo de la maquinaria línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC.

El incremento del movimiento de tierra para los diversos trabajos y no poseer una buena administración en conservación preventivo origina la disminución de fiabilidad en las máquinas, se usó dos instrumentos tan fundamentales que es Pareto y causa efecto (Ishikawa). Para revertir todo se usará Ishikawa.

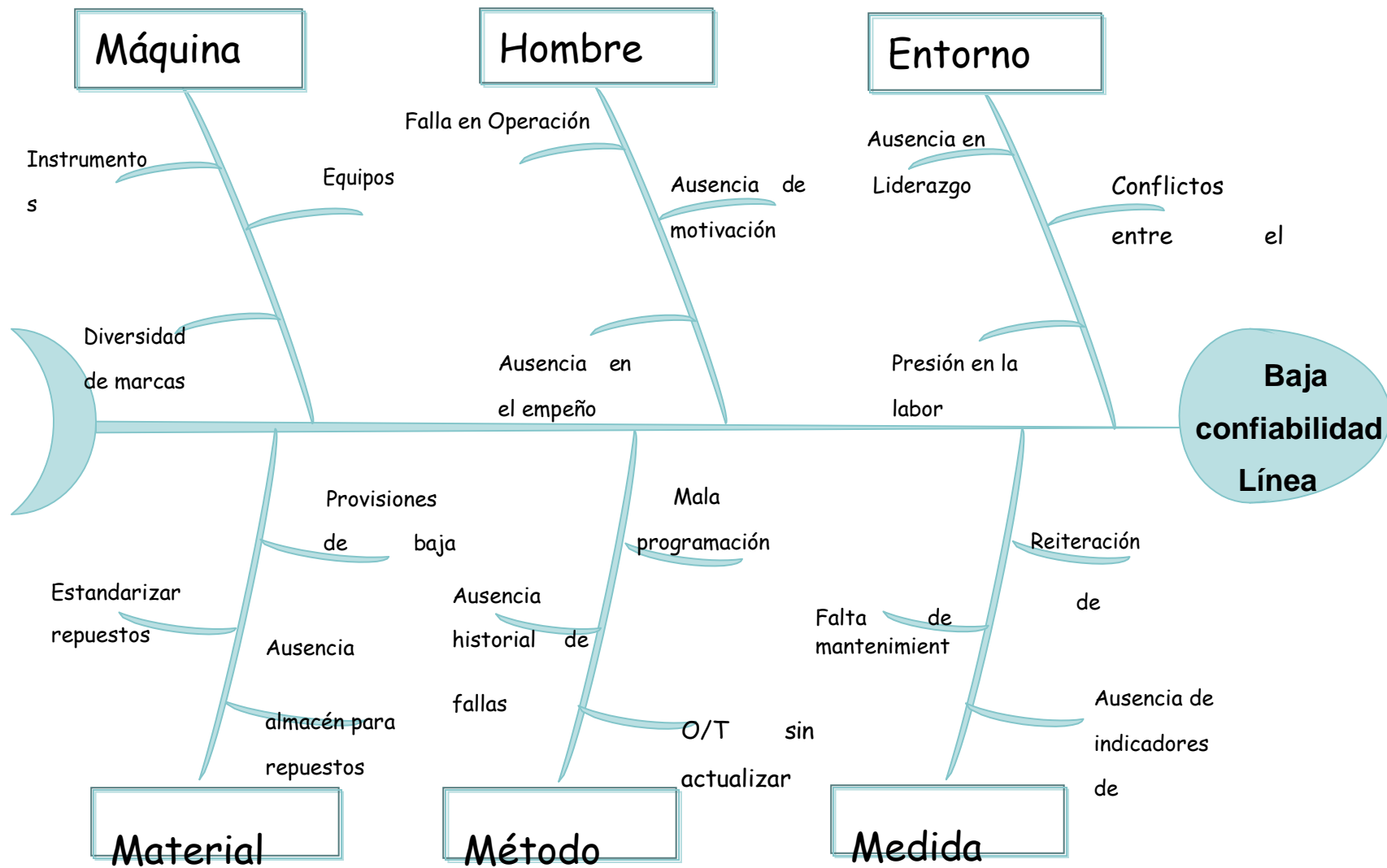


Figura 11. Diagrama Ishicawa 05

3.2.6. Máquina

La empresa Renteq Maquinarias SAC cuenta con 12 maquinarias línea amarilla, de las cuales 07 son Excavadoras, 02 Motoniveladora y 02 rodillos y 01 cargador frontal, que están distribuidos en los diferentes frentes de trabajo.

Casi la totalidad de los equipos son de marca CATERPILLAR, estas máquinas están avanzando en la operación y tecnología para la cual se necesita trabajadores capacitados para su operación y conservación.

3.2.7. Hombre

La zona de mantenimiento en la compañía cuenta con el siguiente personal técnico: 01 técnicos mecánicos, 01 eléctrico y 01 principiante, representante para la realización del trabajo de mantenimiento, arreglo e instalaciones de las máquinas en obra.

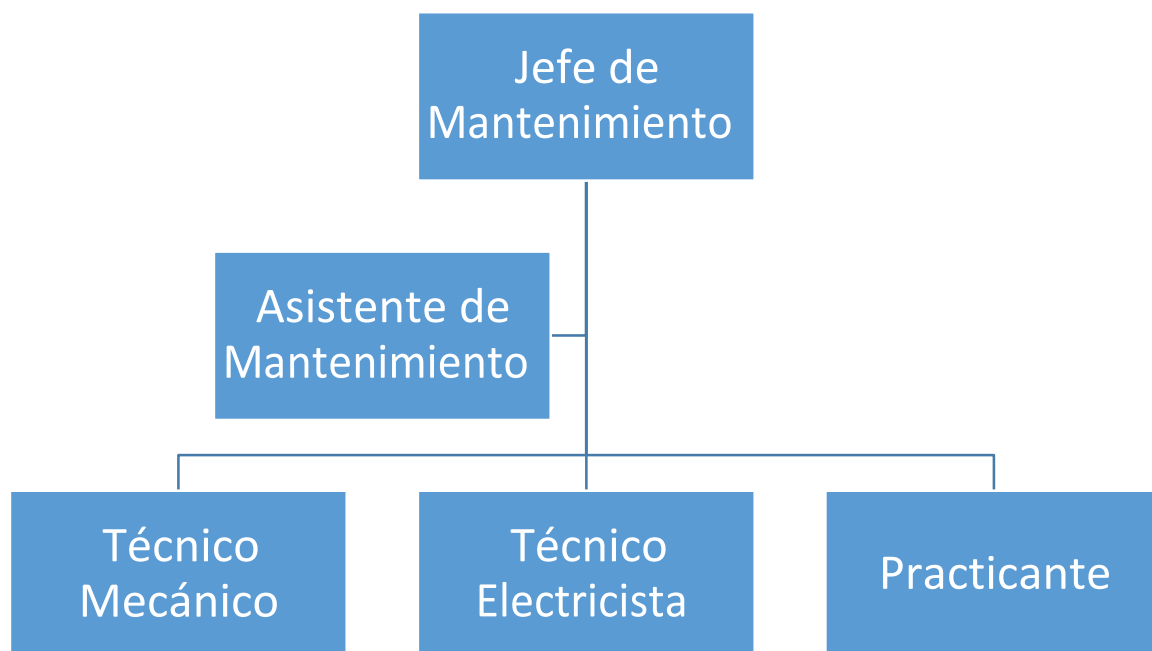


Figura 12. Organigrama del área de mantenimiento

3.2.8. Entorno

Se verificó en el marco profesional al lugar de conservación falta de integración, debido a conflictos personales por la programación laboral, sin embargo, eso se ha superado mejorando la distribución, lo cual mejoró las relaciones interpersonales.

3.2.9. Repuestos

No se contaba con almacén de repuestos en el área de mantenimiento y se tenía que ir al almacén central todos los días por un repuesto, si la falla ocurría de noche se tenía que esperar hasta el día siguiente que el personal administrativo realice el pedido y la aprobación.

3.2.10. Método

El procedimiento de las órdenes de mantenimiento esta desactualizado ya que contempla algunas tareas, además los técnicos por desconocimiento solo realizaban las órdenes existentes.

3.2.11. Medidas de mejora para el sistema de gestión del mantenimiento.

Se aplicaron mejoras para el plan de conservación preventivo en las máquinas para incrementar su confiabilidad utilizando la estructura TPM.



Figura 13. Mejora para el sistema de gestión del mantenimiento TPM

3.2.12. Capacitación y Evaluación del personal.

De acuerdo a lo coordinado con la jefatura de mantenimiento se ha establecido un programa de capacitaciones como parte de la filosofía TPM para todo el personal que labora en el área de mantenimiento. Esta capacitación se realizará de la autoridad a cargo hacia los mecánicos. Además, se realizarán instrucciones al interior de la empresa dirigido a todo el personal, asuntos principales sobre los trabajos con deficiencia, estas capacitaciones se realizarán cada 15 días.

Las capacitaciones serán realizadas los días sábados por la tarde.

Tabla 9. Cursos de capacitación Enero – marzo 2020

ÍTEM	CURSO	PERSONAL
1	Plan de conservación situado en la fiabilidad.	Jefatura
2	Planificación en Mantenimiento	Jefatura
3	Análisis de datos de Equipos	Jefatura
4	Técnicas de análisis de solución de conflictos	Técnicos
5	Operación y Mantenimiento de Equipos – Línea Amarilla.	Técnico
6	Sistemas Hidráulicos	Técnico
7	Bombas Hidráulicas	Técnico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Cronograma de capacitaciones internas.

MES	ÍTEM	FECHA	CAPACITACIÓN INTERNA
ENERO			
	1	04-01-2020	Sistema Eléctrico
	2	18-01-2020	Mantenimiento de Motores

FEBRERO			
	1	08-02-2020	Sistemas Hidráulicos
	2	22-02-2020	Sistema Neumáticos
MARZO			
	1	06-03-2020	Sistemas de Transmisión
	2	20-3-2020	Sistema de Dirección

Origen: Preparación real.

3.2.13. Establecer mantenimiento autónomo y las 5S

Se ha hecho participe al grupo de trabajadores en control, mantenimiento y conservación a los equipos línea amarilla que es probable hallar deficiencias posibles, formando a los trabajadores en actividades principales tales como: la limpieza, revisión y lubricación.

El estudio de las 5S, a todo nivel en el lugar de conservación tiene el objetivo de cumplir y perfeccionar el rendimiento de los trabajadores.

3.2.13.1. Seiri (Clasificación)

Suprimir en el área de nuestras labores las cosas no utilizadas. Reconocer lo insustituible de lo innecesario ante estos instrumentos, grupos eficientes e indagación.

3.2.13.2. Seiton (Orden)

Arreglar el área donde laboramos de manera eficiente, se debe poseer todo lo necesario de fácil acceso para poder disponer de ella de forma rápida, con el compromiso de que una vez terminado de usar la herramienta debe ser puesta en su lugar correspondiente.

3.2.13.3. Seiso(Limpieza)

Todo el personal Jefatura, técnicos y operadores deben conocer lo importante de tener el ambiente de trabajo aseado, aumentar la mejoría en el aseo antes y después de cada trabajo realizado.

3.2.13.4. Seiketsu(Estandarización)

Preparar la visión del desorden, basura y desarreglo lo que significa los términos operativos de conservar el nivel de logro obtenido en los tres primeros lineamientos.



Figura 14. Estandarización de Herramientas, Implementación de 5S

3.2.13.5. Shitsuke (Disciplina)

Este lineamiento postula el respeto al modelo y ganancias alcanzadas con relación al arreglo, orden y aseo, esto se logra por medio del aprendizaje constante.

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LAS 5'S

Auditor(es): _____ Área auditada: _____ Fecha: _____

Criterios de Evaluación					
0 = 5 o más problemas	1= 4 problemas	2 = 3 problemas	3 = 2 problemas	4 =1 problema	5 = 0 problemas

SEIRI – Clasificar: "Mantener solo lo necesario"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay equipos o herramientas que no se utilizan o innecesarios en el área de trabajo?		
¿Existen herramienta en mal estado o inservible?		
¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el tránsito?		
¿En el área hay cofas, cubre bocas, papeles, etc. que son innecesarios?		
Suma:	/ 0.2 =	Resultado de evaluación del Clasificar

SEITON – Organizar: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?		
¿Están materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?		
¿La falta de delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?		
Suma:	/ 0.15 =	Resultado de evaluación del Organizar

SEISO – Limpieza: "Una área de trabajo impecable"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Existen fugas de aceite, agua o aire en el área?		
¿Existe suciedad, polvo o basura en el área de trabajo (pisos, paredes, ventanas, bancos, etc.)?		
¿Están equipos y/o herramientas sucios?		
Suma:	/ 0.15	Resultado de evaluación de la Limpieza

SEIKETSU - Estandarizar "Todo siempre igual"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?		
¿Sólo están las carpetas con la documentación necesaria para las operaciones en las estaciones de trabajo?		
¿Se realiza la operación o tarea de forma repetitiva?		
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?		
Suma:	/0.15 =	Resultado de evaluación de Estandarizar

SHITSUKE– Autodisciplina: "Seguir las reglas y ser consistente"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿El personal conoce las 5S's, ha recibido capacitación al respecto?		
¿Se aplica la cultura de las 5S's, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?		
¿Completó la auditoría semanal y se graficaron los resultados en el pizarrón de desempeño? ¿se implementaron las medidas correctivas?		
Suma:	/ 0.15 =	Resultado de evaluación de Autodisciplina

Puntos posibles (pp):	80	Puntos obtenidos (po):		Calificación (po / pp X 100) % =	
-----------------------	----	------------------------	--	----------------------------------	--

Figura 15. Forma de evaluar con las 5s. planificación e inspección.

3.2.14. Organizar historial del equipo e información técnica

Organizamos la investigación referente a la conservación de las máquinas, especificaciones técnicas, historial de equipos, repuestos de equipos

32141. Especificaciones técnicas

Se ha realizado una colección y arreglo de los documentos de las máquinas que conforman los equipos en la empresa, se ha creado una carpeta virtual con documentos de conservación, arreglo y definición de métodos en los equipos línea amarilla que se muestran a continuación.

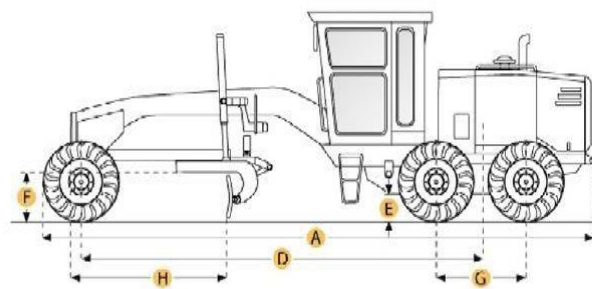


Figura 16. Equipos línea amarilla de la empresa Renteq Maquinarias SAC.

32142. Histórico de equipos

Realizar la recolección total de actividades llevadas a cabo en los equipos de línea amarilla, solicitud de auxilio mecánico, reporte del operador, etc.

[illegible]

32143. Repuestos de equipos línea amarilla.

El almacén de repuestos en el área de mantenimiento se encuentra en proceso, ya que se evaluará los repuestos que se han consumido el presente año 2019 para a partir de allí establecer un stock mínimo de repuestos.

Actualmente se viene realizado la recopilación de la cantidad de repuestos consumidos el presente año. Se proyecta que se pondrá en marcha el depósito de repuestos en el lugar trabajo se realice para el mes de marzo del 2020.

32144. Inventario de Equipos y Análisis de criticidad.

Realizamos el inventario para todos los equipos línea amarilla con que cuenta la empresa, de acuerdo al tipo, marca, esto permitirá también hacer un inventario de los materiales para el depósito, posteriormente realizaremos un estudio de precisión en las máquinas, lo cual nos va a permitir identificar que máquina debemos tomarle mayor consideración conforme la atención obtenida.

Tabla 11. Inventario de equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC.

ÍTEM	CLASE	MARCA	MODELO	No SERIE
1	Excavadora	Caterpillar	320 DL	A8F02128
2	Excavadora	Caterpillar	320 DL	A8F02702
3	Excavadora	Caterpillar	320 DL	A6F02282
4	Excavadora	Caterpillar	320 DL	SBN02270
5	Excavadora	Caterpillar	320 DL	SBN02027
6	Excavadora	Caterpillar	320 D2	LMA00889
7	Excavadora	Caterpillar	320 D2	TDZ10262
8	Motoniveladora	Sany	SHG190C	11PY22190343
9	Motoniveladora	Caterpillar	135 H	8WN01019
10	Rodillo	Caterpillar	CS533E	BZE02603
11	Rodillo	Caterpillar	CS533C	2WN00163
12	Cargador	Caterpillar	950F	2LM00674

Origen: preparación real.

HOJA DE ASIGNACION DE CRITICIDAD A LOS EQUIPOS LINEA AMARILLA				
ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Efecto sobre el Servicio que proporciona:			
		Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor Tecnico - Economico:			
	Considerar el costo de Adquisicio, Operación y Mantenimiento.	Alto	3	Mas de \$ 20 000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de \$ 1000
3	La Falla Afecta:			
	a. Al equipo en si	Si	1	Deteriora otros compoenetes?
		No	0	
	b. Al Servicio	Si	1	Origina problemas a otros Equipos?
		No	0	
	c. Al Operador	Riesgo	1	Posibilidad de accidente del operador?
		Sin riesgo	0	
	d. A la Seguridad en Grl.	Si	1	Posibilidad de accidentes a otras perosnas u otros equipos mas cercanos?
		No	0	
4	Probabilidad de Falla (Confiabilidad):			
		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?
		Baja	0	
5	Flexibilidad del Equipo en el Sistema:			
		Unico	2	No existe otro igual o similar
		By Pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand By	0	existe otro igual o similar no instalado
6	Dependencia logistica:			
		Extranjero	2	Repuestos se tiene que importar
		Loc./Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente
7	Dependencia de la Mano de Obra:			
		Terceros	2	El Mantenimiento requier controlar a terceros
		Propia	0	El Mantenimiento se realiza con perosnal propio
8	Facilidad de la Reparacion (Mantenibilidad):			
		Baja	1	Mantenimiento Dificil
		Alta	0	Mantenimiento Facil
TOTAL				
ESCALA DE REFERENCIA				
A	CRITICA	16 a 20		
B	IMPORTANTE	11 a 15		
C	REGULAR	06 a 10		
D	OPCIONAL	00 a 05		

Figura 18. Forma de estudio crítico.

ITEM	CODIGO	NOMBRE DE LEQUIPO	PONDERACION													ESCALA DE REFERENCIA	SE INCLUYE EN EL MP
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8	TOTAL			
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	

RESUMEN		ESCALA DE REFERENCIA	CANT
A	CRITICO		16 a 20
B	IMPORTANTE		11 a 15
C	REGULAR		6 a 10
D	OPCIONAL		0 a 5

Figura 19. Ponderación del análisis de crítico.

3.2.15. Revisión y actualización de planes de mantenimiento

Se ha revisado detalladamente los planes de mantenimiento por lo que se ha podido verificar que faltan tareas puntuales y existen otras actividades no pertenecientes a las máquinas, al realizando dicho registro de equipos en modelo y anualidad tendremos mayor verificación para los mantenimientos.

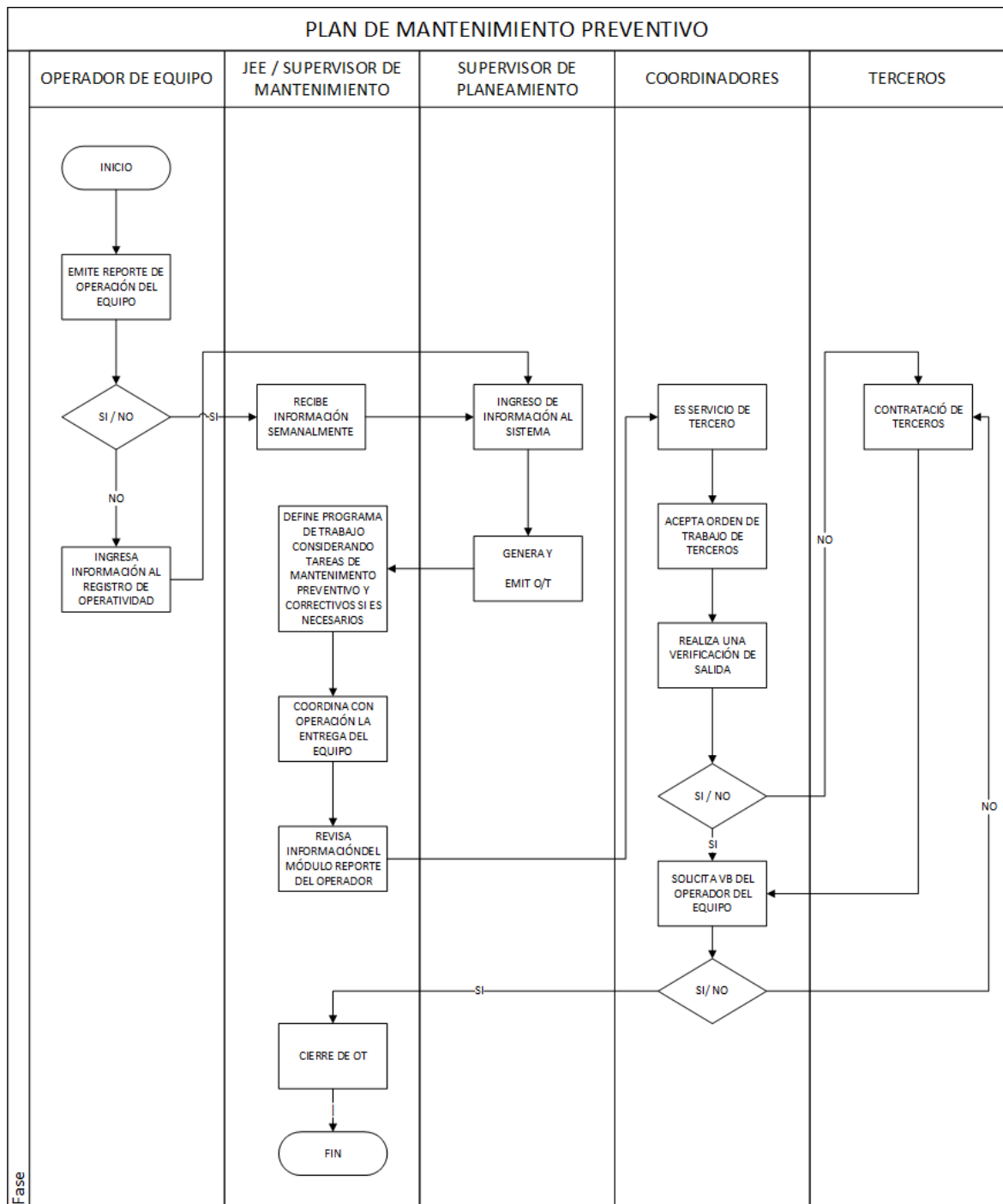


Figura 20. Procedimiento de conservación profiláctico.

Origen: Preparación real.

3.2.15.1. Plan de mantenimiento.

La etapa de conservación de toda máquina variara en función a los factores técnicos, ambientales de operación, entre otros, estos equipos deben contar con una etapa de

conservación profilactico cada 300 hrs como límite. Se debe hacer un seguimiento minucioso del cumplimiento del mantenimiento preventivo.

En caso de que el equipo se encuentre paralizado por diversos motivos, el mantenimiento preventivo se debe realizar como máximo cada 03 meses.

3.2.16. Establecer indicadores de Gestión.

Se implementó los siguientes indicadores de gestión del mantenimiento para determinar el nivel real de disponibilidad y confiabilidad de los equipos línea amarilla.

32161. Tiempo medio entre fallas (MTBF)

$$\text{Tiempo Promedio entre Fallas} = \frac{\text{No de horas de operación}}{\text{No de paradas correctivas}}$$

32162. Tiempo promedio para reparar (MTTR)

$$\text{Tiempo Promedio para Reparar} = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\text{No de paradas correctivas}}$$

32163. Tiempo medio para fallar (MTTF)

$$\text{Tiempo Promedio para Fallar} = \frac{\text{No de horas de operación}}{\text{No de horas correctivas}}$$

32164. Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTFF}{MTFF + MTTR}$$

32165. Confiabilidad.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Tabla 12.Cálculo de la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de cada equipo de línea amarilla SEPTIEMBRE - NOVIEMBRE

	EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADORA			EXCAVADOR A			EXCAVADOR A			EXCAVADORA			EXCAVADORA			MOTONIVELADORA			MOTONIVELADORA			RODILLO			RODILLO			CARGADOR		
	CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			SANY			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR			CATERPILLAR		
	A8F02128			A8F02702			A6F02282			SBN02270			SBN02027			LMA00889			TDZ10262			11PY22190343			8WN01019			BZE02603			2WN00163			2LM00674		
	Set	O	No	Se	O	No	Set	O	No	Set	O	No	Set	O	No	Set	O	No	Set	O	No	Set	O	No	Se	O	No	Set	O	No	Se	O	N	Set	O	No
FIABILIDAD Tiempo Promedio entre fallos TPEF (días)	14.00	9.17	27.50	8.83	14.75	14.00	14.06	29.75	14.63	14.63	##	13.50	14.75	5.80	14.88	14.50	29.00	14.50	14.25	15.00	29.00	14.56	14.56	14.31	9.38	15.00	5.75	14.13	15.13	29.00	9.88	30.50	7.22	29.00	14.88	14.50
Tasa de fallos (λ) (No fallos/año)	0.07	0.11	0.04	0.11	0.07	0.07	0.07	0.03	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.17	0.07	0.07	0.03	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.11	0.07	0.17	0.07	0.07	0.03	0.10	0.03	0.14	0.03	0.07	0.07	
MANTENIBILIDAD Tiempo Promedio de reparación TPPR (días)	0.75	0.83	1.00	1.00	0.75	0.75	0.44	0.50	0.38	0.38	0.44	1.00	0.25	0.60	0.13	0.50	1.00	0.75	0.75	0.50	0.50	0.44	0.75	0.44	0.63	0.50	0.40	0.63	0.38	0.50	0.54	0.50	0.41	0.50	0.63	0.50
Tasa de reparación (μ) (No reparaciones/año)	1.33	1.20	1.00	1.00	1.33	1.33	2.29	2.00	2.67	2.67	2.29	1.00	4.00	1.67	8.00	2.00	1.00	1.33	1.33	2.00	2.00	2.29	1.33	2.29	1.60	2.00	2.50	1.60	2.67	2.00	1.85	2.00	2.46	2.00	1.60	2.00
DISPONIBILIDAD D (%)	95%	92%	0.96	0.90	0.95	0.95	0.97	0.98	0.98	0.98	0.97	0.93	0.98	0.91	0.99	0.97	0.97	0.95	0.95	0.97	0.98	0.97	0.95	0.97	0.94	0.97	0.93	0.96	0.98	0.98	0.95	0.98	0.95	0.98	0.96	0.97

Fuente: Preparación real.

Tabla 13. Operación de la fiabilidad, mantenibilidad y la disposición para cada equipo de línea amarilla SEPTIEMBRE - NOVIEMBRE

	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	MOTONIVELADO RA	MOTONIVELADO RA	RODILLO	RODILLO	CARGADOR
	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	SANY	CATERPILLAR	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R
	A8F02128	A8F02702	A6F02282	SBN02270	SBN02027	LMA00889	TDZ10262	11PY22190343	8WN01019	BZE02603	2WN00163	2LM00674
FIABILIDAD Tiempo Promedio entre fallos TPEF (días)	16.89	12.53	19.48	14.35	11.81	19.33	19.42	14.48	10.04	19.42	15.86	19.46
Tasa de fallos (λ) (No fallos/año)	0.07	0.08	0.06	0.07	0.10	0.06	0.06	0.07	0.12	0.06	0.09	0.06
MANTENIBILIDAD Tiempo Promedio de reparación TPPR (días)	0.86	0.83	0.44	0.60	0.33	0.75	0.58	0.54	0.51	0.50	0.48	0.54
Tasa de reparación (μ) (No reparaciones/año)	1.18	1.22	2.32	1.98	4.56	1.44	1.78	1.97	2.03	2.09	2.10	1.87
DISPONIBILIDAD D (%)	94%	93%	98%	96%	96%	96%	97%	96%	95%	97%	96%	97%

Origen: Preparación real.

Tabla 14. Análisis para la disponibilidad optimizando el mantenimiento aplicando TPM

	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	MOTONIVELADO RA	MOTONIVELADO RA	RODILLO	RODILLO	CARGADOR
	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	SANY	CATERPILLAR	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R
	A8F02128	A8F02702	A6F02282	SBN02270	SBN02027	LMA00889	TDZ10262	11PY22190343	8WN01019	BZE02603	2WN00163	2LM00674
DISPONIBILIDAD (mayo - Julio) D (%)	94%	93%	98%	96%	96%	96%	97%	96%	95%	97%	96%	97%
DISPONIBILIDAD (Enero - Abril) D (%)	91%	92%	96%	95%		95%	96%	95%		96%		96%
INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD	3%	1%	2%	1%	96%	2%	1%	1%	95%	1%	96%	1%

Origen: Preparación real.

3.3. Realizar la evaluación económica de la implementación del plan de mantenimiento basado en la metodología TPM.

Se ha realizado el análisis económico tomando en cuenta el aumento de la disposición de las máquinas lo cual representa un incremento de horas de trabajo del equipo cuantificados en ingresos para la empresa Renteq Maquinarias SAC

Tabla 15. Evaluación económica de Excavadoras al incrementar su disponibilidad

	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A	EXCAVADOR A
	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R	CATERPILLA R
	A8F02128	A8F02702	A6F02282	SBN02270	SBN02027	LMA00889	TDZ10262
<u>INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD</u>	3%	1%	2%	1%	96%	2%	1%

HORAS LABORALES DISPONIBLES (HORAS / MES)	7.5	2.5	4.5	3.1		3.7	1.3
---	-----	-----	-----	-----	--	-----	-----

COSTO HORA (\$/)	320.00	320.00	320.00	320.00		320.00	320.00
------------------	--------	--------	--------	--------	--	--------	--------

INGRESO ADICIONAL (\$/MES)	2,397.05	788.25	1,436.70	995.06		1,190.88	419.44
----------------------------	----------	--------	----------	--------	--	----------	--------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Evaluación económica de Motoniveladora, Rodillo y Cargador al incrementar su disponibilidad.

	MOTONIVELADORA	MOTONIVELADORA	RODILLO	RODILLO	CARGADOR
	SANY	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR	CATERPILLAR
	11PY22190343	8WN01019	BZE02603	2WN00163	2LM00674
<u>INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD</u>	1%	95%	1%	96%	1%

HORAS LABORALES DISPONIBLES (HORAS / MES)	2.2		2.6		1.3
---	-----	--	-----	--	-----

COSTO HORA (\$/)	250.00		180.00		250.00
------------------	--------	--	--------	--	--------

INGRESO ADICIONAL (\$/MES)	553.53		465.76		327.68
----------------------------	--------	--	--------	--	--------

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se puede apreciar, la ejecución del método TPM al plan de conservación genera ingresos económicos cuantificados como horas adicionales de trabajo de los equipos.

IV. DISCUSIÓN

La aplicación de la metodología TMP conlleva a ser más eficiente en la gestión del mantenimiento, optimizando los recursos e incrementando la disponibilidad de los equipos por lo que se debe implementar.

Esta metodología conlleva a un ordenamiento de las actividades y un registro de cada actividad, siendo esto último un trabajo por hacer con los operadores y el personal de mantenimiento ya que solo registrando las fallas se podrá tomar decisiones referentes a la optimización de alguna actividad.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó una auditoria a las máquinas de la compañía Renteq Maquinarias SAC, pudiendo identificar que la empresa cuenta con 07 Excavadoras, 02 motoniveladoras, 02 rodillos y 01 cargador frontal, se le venían haciendo actividades de mantenimiento sin embargo presentaba inconvenientes ya que al momento del estudio 03 equipos se encontraban fuera de servicio. Se identificaron a través del diagrama de Pareto las fallas de mayor incidencia en la operatividad y a través de la metodología causa-efecto (Ishikawa) se determinó sus causas.
- Se resolvió la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas antes de utilizar la metodología TPM teniendo en promedio una disponibilidad del 95 % para las excavadoras y la motoniveladora; el rodillo y el cargador frontal tenían una disponibilidad del 96%. Se aplicó las medidas de mejora del sistema de gestión del mantenimiento que conllevaron diversas actividades, como capacitación y evaluación del personal, establecimiento del mantenimiento autónomo basado en las 5S, revisión y corrección de los objetivos en mantenimiento y el asentamiento al cuadro de régimen. Logramos una incrementación con respecto a la disposición en promedio de 1% en los equipos de línea amarilla.
- Se realizó una cuantificación económica de los ingresos que representa el aumento en la disposición de las máquinas, lo que generaría un ingreso de S/ 8 574,35 soles mensuales, adicional a los ahorros generados por la optimización del mantenimiento de los equipos línea amarilla.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe continuar y poner en funcionamiento el régimen de conservación basado en la metodología TPM para poder llevar un control detallado de las fallas que se presentan en los equipos línea amarilla, el tiempo de reparación.
- Los indicadores de mantenimiento son muy importantes ya que nos permiten un control de eficiencia del proyecto de mantenimiento,

REFERENCIAS

- Panamá, Farfán y Fernando, Chirstian. 2016.** *Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento, basado en el TPM (Total Productive Maintenance) y alineado a la norma ISO 22000-2005, para la Industria Cárnica de la Ciudad de Cuenca.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.
- Alavedra Flores, Carol, y otros. 2016.** *Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013.* Chimbote - Perú : Universidad Nacional del Santa - Universidad Cesar Vallejo, 2016.
- Avilés Chong, Henry Santiago. 2018.** *DISEÑO DE UN SISTEMA TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA WINREP S.A.* Guayaquil - Ecuador : Universidad de Guayaquil, 2018.
- Baena Paz, Guillermina. 2017.** *Metodología de la Investigación.* Mexico D.F. : Grupo Editorial Patria S.A., 2017. ISBN ebook: 978-607-744-748-1.
- Bojorquez, Fabiola. 2008.** *Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total.* Mexico : Tecnológico de Sonora, 2008.
- Campos Ventura, Victor Alex. 2017.** *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS ACTIVOS CRÍTICOS EN LA EMPRESA CARTAVIO S.A.A.* Trujillo - Perú : Universidad Privada del Norte, 2017.
- Cardona Montoya, Diana Lorena. 2015.** *ESTUDIO DE CASOS DE IMPLANTACIÓN EXITOSA DE TPM EN INDUSTRIAS UBICADAS EN EL EJE CAFETERO Y NORTE DEL CAUCA – COLOMBIA.* Medellin - Colombia : UNIVERSIDAD EAFIT, 2015.
- Cruz del Castillo, Cinthia, Olivares Orozco, Socorro y Gonzáles García, Martín. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Mexico DF : Grupo Editorial Patria, 2014.
- Cuatrecasas, Luis. 2012.** *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos.* [En línea] 2012. <https://goo.gl/BQecLo>.
- Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM. Pérez Loaiza, Natalia y Estrada Muñoz, Jairo. 2016.** 2016, Revista Ingeniería Industrial UPB, págs. 95-102.

Espinoza Cadenas, Edgar Simeon. 2014. *DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA VIDA NOMINAL DE LOS EQUIPOS: VEHÍCULOS LIVIANOS Y MAQUINAS-HERRAMIENTAS. EMPRESA COOPSOL MINERÍA Y PETRÓLEO S.A.* Callao - Perú : Universidad Nacional del Callao, 2014.

García Cabello, Gonzalo Asunción. 2018. *PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS, MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.

García Garrido, Santiago. 2003. *ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.* España : Ediciones Díaz Santos S.A., 2003.

García Melo, José Isidro. 2004. *Fundamentos del Diseño Mecánico.* Santiago de Cali : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2004.

Gomez Bastar, Sergio. 2012. *Metodología de la Investigación.* Estado de México. : RED TERCER MILENIO S.C., 2012. ISBN 978-607-733-149-0.

González Mantero, Dolores. 2013. *Mantenimiento Básico de Instalaciones.* Málaga : IC Editorial, 2013.

Guerrero Pino, Germán y Duque Martínez, Luz Marina. 2015. *Filosofía de la Ciencia.* Santiago de Cali - Colombia : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2015.

Hagen, Kirk D. 2009. *Introducción a la Ingeniería.* Mexico D.F. : PEARSON, 2009.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2010. *Metodología de la Investigación.* México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.

Lefcovich, Mauricio. 2009. *TPM Mantenimiento Productivo Total: un paso mas hacia la excelencia empresarial.* s.l. : El CID Editores, 2009.

León Lefcovich, Mauricio. 2005. *TPM - Mantenimiento Productivo Total Un paso hacia la excelencia empresarial.* 2005.

Lozada Cepeda, José Antonio. 2017. *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA MAQUINARIA DE RECUPERACIÓN DE TURBINAS DEL CIRT EN LA*

EMPRESA CELEC EP – HIDROAGOYÁN. Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2017.

Navarro Elola , Luis, Pastor Tejedor, Ana Clara y Mugaburu Lacabrera, Jaime Miguel. 1997. *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona - España : Marcombo S.A, 1997.

Pauro, Ricardo. 2007. *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*. Buenos Aires : s.n., 2007. pág. 145.

Portal Arribasplata, Edwin y Salazar Alza, Pablo Cesar. 2016. *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa Multiservicios Punre SRL*. Cajamarca : UPN, 2016.

—. **2016.** *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA DE LOS EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LA EMPRESA MULTISERVICIOS PUNRE SRL, CAJAMARCA 2016*. Cajamarca - Perú : Universidad Privada del Norte, 2016.

Rey, Francisco. 2001. *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. Madrid- España : s.n., 2001.

Sánchez Marín, Francisco T., y otros. 2007. *Mantenimiento mecánico de máquinas*. Castello de la Plana : Universitat Jaume, 2007.

Silva, Jorge. 2015. *Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa*. Piura - Perú : s.n., 2015.

Sinais Ingeniería S.L.. 2018. *Tendencias actuales del mantenimiento industrial*. España : Sinais Ingeniería S.L., 2018.

Tamayo y Tamayo, Mario. 2009. *El proceso de la investigación científica*. Mexico D.F : Limusa, 2009.


Trigos Duarte, Jeimy Paola y Niño Solano, Daniel José. 2017. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa TRIDU construcciones e ingenierías S.A.S mediante herramientas del TPM y AMEF*. Bucaramanga - Colombia : Universidad Santo Tomas, Bucaramanga, 2017.



UNE-EN 13306. 2011. *Terminología para mantenimiento*. 2011.

Valencia Chaupi, Shirley Lisbet. 2017. *APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE HILOS ACRÍLICOS DE LA EMPRESA HILADOS CHEVIOT E.I.R.L., SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2016.* Lima - Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2017.

ANEXOS

Formatos de registro UCV

						RENTEQ MAQUINARIAS SAC	
CLASE		EXCAVADORA HIDRAULICA					
MARCA							
MODELO							
NÚMERO DE SERIE							
AÑO DE FABRICACIÓN							
LUGAR DE INSPECCIÓN							
FECHA DE INSPECCIÓN							
INSPECTOR		Sergio Gutierrez Roncal					
DESCRIPCIÓN		B	R	M	NO	OBSERVACIONES	
MOTOR							
Funcionamiento del Motor							
Tapa de llenado de aceite de motor							
Varilla de medición de nivel de aceite							
Fugas de aceite de motor							
Estado de filtro de aire							
Estado de filtro de aceite							
Estado de turboalimentador							
Faja de Ventilador							
Estado del radiador							
Estado de las mangueras del radiador y enfriador							
Freno de motor							
Bomba de agua							
SISTEMA DE LUBRICACIÓN							
Estado del aceite							
Consumo de aceite							
Fugas de aceite							
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE							
Tuberías del múltiple de admisión							
Tuberías del múltiple de escape							
Silenciador							
Soporte de silenciador							
Fugas de gases de escape							
SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
Humo por el escape							
Bomba de cebado de combustible							
Filtro e petróleo							
Tanque de combustible							
tapa de tanque de combustible							
Medidor de nivel de tanque de combustible							
Estado de los Inyectores							
Estado de las tuberías							
Fugas de Petróleo							
Estado de la Bomba de Inyección							
SISTEMA ELÉCTRICO							
Alternador							
Carga del Alternador							
Faja del Alternador							
Batería							
Bornes de batería							
Cables de batería							
Cableado eléctrico en general							
Luces en general							
Plumillas limpia parabrisas							
Claxon							
Arrancador							
Chapa de Contacto							
Luces alta y baja							
Luces direccionales							
Luz de estacionamiento							
Luces de Freno							
SISTEMA DE FRENOS							
Válvula de control hidráulica							
Tuberías y mangueras							
Conexiones eléctricas							
Módulo de Control electrónico							
SISTEMA HIDRÁULICO							
Bomba hidráulica							
Mangueras y conexiones							
Pistones de levante							
Pistones medios							
Pistón de Pala							
Fugas de hidrolina							
PALA							
Estructura Brazos de Pala							
Pala							
Uñas							

 		RENTEQ MAQUINARIAS SAC			
CLASE	RODILLO COMPACTADOR				
MARCA					
MODELO					
NÚMERO DE SERIE					
AÑO DE FABRICACIÓN					
LUGAR DE INSPECCIÓN					
FECHA DE INSPECCIÓN					
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal				
DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor					
Tapa de llenado de aceite de motor					
Varilla de medición de nivel de aceite					
Fugas de aceite de motor					
Estado de filtro de aire					
Estado de filtro de aceite					
Estado de turboalimentado					
Faja de Ventilador					
Estado del radiador					
Estado de las mangueras del radiador y enfriador					
Freno de motor					
Bomba de agua					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite					
Consumo de aceite					
Fugas de aceite					
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión					
Tuberías del múltiple de escape					
Silenciador					
Soporte de silenciador					
Fugas de gases de escape					
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape					
Bomba de cebado de combustible					
Filtro e petróleo					
Tanque de combustible					
tapa de tanque de combustible					
Medidor de nivel de tanque de combustible					
Estado de los Inyectores					
Estado de las tuberías					
Fugas de Petróleo					
Estado de la Bomba de Inyección					
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador					
Carga del Alternador					
Faja del Alternador					
Batería					
Bornes de batería					
Cables de batería					
Cableado eléctrico en general					
Luces en general					
Plumillas limpia parabrisas					
Claxon					
Arrancador					
Chapa de Contacto					
Luces alta y baja					
Luces direccionales					
Luz de estacionamiento					
Luces de Freno					
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica de propulsión					
Mangueras y conexiones					
Motor de tracción ruedas posteriores					
Diferencial de patinaje limitado					
Motor de tracción tambor					
RODILLO COMPACTADOR					
Estructura metálica exterior					
Sistema de contrapesos					
Cojinetes de servicio pesado					

		RENTEQ MAQUINARIAS SAC			
CLASE	CARGADOR FRONTAL				
MARCA					
MODELO					
NÚMERO DE SERIE					
AÑO DE FABRICACIÓN					
LUGAR DE INSPECCIÓN					
FECHA DE INSPECCIÓN					
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal				
DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor					
Tapa de llenado de aceite de motor					
Varilla de medición de nivel de aceite					
Fugas de aceite de motor					
Estado de filtro de aire					
Estado de filtro de aceite					
Estado de turboalimentador					
Faja de Ventilador					
Estado del radiador					
Estado de las mangueras del radiador y enfriador					
Freno de motor					
Bomba de agua					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite					
Consumo de aceite					
Fugas de aceite					
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión					
Tuberías del múltiple de escape					
Silenciador					
Soporte de silenciador					
Fugas de gases de escape					
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape					
Bomba de cebado de combustible					
Filtro e petróleo					
Tanque de combustible					
tapa de tanque de combustible					
Medidor de nivel de tanque de combustible					
Estado de los inyectores					
Estado de las tuberías					
Fugas de Petróleo					
Estado de la Bomba de Inyección					
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador					
Carga del Alternador					
Faja del Alternador					
Batería					
Bornes de batería					
Cables de batería					
Cableado eléctrico en general					
Luces en general					
Plumillas limpia parabrisas					
Claxon					
Arrancador					
Chapa de Contacto					
Luces alta y baja					
Luces direccionales					
Luz de estacionamiento					
Luces de Freno					
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulica					
Tuberías y mangueras					
Conexiones eléctricas					
Módulo de Control electrónico					
SISTEMA HIDRAÚLICO					
Bomba hidráulica					
Mangueras y conexiones					
Pistones de levante					
Pistón de Pala					
Pistones de dirección					
Fugas de hidrolina					
CUCHARON					
Estructura Brazos de Pala					
Pala					
Uñas					



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	EXCAVADORA HIDRAULICA
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	320 DL
NÚMERO DE SERIE	A8F02128
AÑO DE FABRICACIÓN	2011
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor	1				
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador	1				
Estado del radiador	1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador	1				
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite	1				
Consumo de aceite	1				
Fugas de aceite	1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador	1				
Soporte de silenciador	1				
Fugas de gases de escape	1				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo		1			

Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible	1				
Estado de los Inyectores		1			
Estado de las tuberías	1				
Fugas de Petróleo	1				
Estado de la Bomba de Inyección		1			
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador	1				
Batería	1				
Bornes de batería	1				
Cables de batería		1			
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas	1				
Claxon			1		
Arrancador	1				
Chapa de Contacto	1				
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales		1			
Luz de estacionamiento		1			
Luces de Freno	1				
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulico	1				
Tuberías y mangueras	1				
Conexiones eléctricas	1				
Módulo de Control electrónico	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica	1				
Mangueras y conexiones	1				
Pistones de levante	1				
Pistones medios	1				
Pistón de Pala	1				
Fugas de hidrolina	1				
PALA					
Estructura Brazos de Pala	1				
Pala	1				
Uñas		1			



RENTEQ MAQUINARIAS
SAC

CLASE	EXCAVADORA HIDRAÚLICA
MARACA	CAT
MODELO	320D
NÚMERO DE SERIE	A8F02702
AÑO DE FABRICACIÓN	2012
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN		B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR						
Funcionamiento del Motor		1				
Tapa de llenado de aceite de motor		1				
Varilla de medición de nivel de aceite		1				
Fugas de aceite de motor		1				
Estado de filtro de aire		1				
Estado de filtro de aceite		1				
Estado de turbo alimentador		1				
Faja de Ventilador		1				
Estado del radiador		1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador		1				
Freno de motor		1				
Bomba de agua		1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						
Estado del aceite		1				
Consumo de aceite		1				
Fugas de aceite		1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE						
Tuberías del múltiple de admisión		1				
Tuberías del múltiple de escape		1				
Silenciador		1				
Soporte de silenciador		1				
Fugas de gases de escape		1				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE						

Humo por el escape		1				
Bomba de cebado de combustible		1				
Filtro e petróleo			1			
Tanque de combustible		1				
Tapa de tanque de combustible		1				
Medidor de nivel de tanque de combustible		1				
Estado de los Inyectores		1				
Estado de las tuberías		1				
Fugas de Petróleo		1				
Estado de la Bomba de Inyección			1			
SISTEMA ELÉCTRICO						
Alternador		1				
Carga del Alternador		1				
Faja del Alternador		1				
batería		1				
Bornes de batería		1				
Cables de batería		1				
Cableado eléctrico en general		1				
Luces en general		1				
Plumillas limpia parabrisas		1				
Claxon			1			
Arrancador		1				
Chapa de Contacto		1				
Luces alta y baja		1				
Luces direccionales			1			
Luz de estacionamiento			1			
Luces de Freno		1				
SISTEMA DE FRENOS						
Válvula de control hidráulico		1				
Tuberías y mangueras		1				
Conexiones eléctricas		1				
Módulo de Control electrónico		1				
SISTEMA HIDRÁULICO						
Bomba hidráulica		1				
Mangueras y conexiones		1				
Pistones de levante		1				
Pistones medios		1				
Pistón de Pala		1				
Fugas de hidrolina		1				
PALA						
Estructura Brazos de Pala		1				

Pala		1			
Uñas			1		



RENTEQ MAQUINARIAS
SAC

CLASE	EXCAVADORA HIDRAULICA
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	320 DL
NÚMERO DE SERIE	A6FO2282
AÑO DE FABRICACIÓN	2013
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor	1				
Estado de filtro de aire	1				
Estado de filtro de aceite	1				
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador	1				
Estado del radiador	1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador	1				
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite	1				
Consumo de aceite	1				
Fugas de aceite	1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador	1				
Soporte de silenciador	1				
Fugas de gases de escape	1				

SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo	1				
Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible	1				
Estado de los Inyectores	1				
Estado de las tuberías	1				
Fugas de Petróleo	1				
Estado de la Bomba de Inyección	1				
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador	1				
batería	1				
Bornes de batería	1				
Cables de batería		1			
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas	1				
Claxon		1			
Arrancador	1				
Chapa de Contacto	1				
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales		1			
Luz de estacionamiento		1			
Luces de Freno	1				
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulico	1				
Tuberías y mangueras	1				
Conexiones eléctricas	1				
Módulo de Control electrónico	1				
SISTEMA HIDRAÚLICO					
Bomba hidráulica	1				
Mangueras y conexiones	1				
Pistones de levante	1				
Pistones medios	1				
Pistón de Pala	1				
Fugas de hidrolina	1				
PALA					

Estructura Brazos de Pala	1				
Pala	1				
Uñas	1				



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	EXCAVADORA HIDRAULICA
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	320 DL
NÚMERO DE SERIE	SBNO2270
AÑO DE FABRICACIÓN	2007
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor	1				
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador		1			
Estado del radiador	1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador		1			
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite	1				
Consumo de aceite	1				
Fugas de aceite		1			
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador		1			
Soporte de silenciador	1				
Fugas de gases de escape		1			
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape		1			
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo		1			

Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible		1			
Estado de los Inyectores		1			
Estado de las tuberías		1			
Fugas de Petróleo	1				
Estado de la Bomba de Inyección		1			
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador	1				
Batería	1				
Bornes de batería		1			
Cables de batería		1			
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas		1			
Claxon			1		
Arrancador	1				
Chapa de Contacto	1				
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales		1			
Luz de estacionamiento		1			
Luces de Freno	1				
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulico	1				
Tuberías y mangueras		1			
Conexiones eléctricas	1				
Módulo de Control electrónico	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica	1				
Mangueras y conexiones		1			
Pistones de levante	1				
Pistones medios	1				
Pistón de Pala	1				
Fugas de hidrolina	1				
PALA					
Estructura Brazos de Pala	1				
Pala	1				
Uñas		1			



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	EXCAVADORA HIDRAULICA
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	320 DL
NÚMERO DE SERIE	SBNO2027
AÑO DE FABRICACIÓN	2007
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor				1	
Tapa de llenado de aceite de motor				1	
Varilla de medición de nivel de aceite				1	
Fugas de aceite de motor				1	
Estado de filtro de aire				1	
Estado de filtro de aceite				1	
Estado de turbo alimentador				1	
Faja de Ventilador				1	
Estado del radiador				1	
Estado de las mangueras del radiador y enfriador				1	
Freno de motor				1	
Bomba de agua				1	
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite				1	
Consumo de aceite				1	
Fugas de aceite				1	
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión		1			
Tuberías del múltiple de escape		1			
Silenciador		1			
Soporte de silenciador		1			
Fugas de gases de escape		1			
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape		1			
Bomba de cebado de combustible		1			
Filtro e petróleo			1		

Tanque de combustible			1		
Tapa de tanque de combustible			1		
Medidor de nivel de tanque de combustible		1			
Estado de los Inyectores		1	1		
Estado de las tuberías			1		
Fugas de Petróleo			1		
Estado de la Bomba de Inyección			1		
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador		1			
Carga del Alternador		1			
Faja del Alternador			1		
Batería		1			
Bornes de batería		1			
Cables de batería			1		
Cableado eléctrico en general		1			
Luces en general		1			
Plumillas limpia parabrisas			1		
Claxon		1			
Arrancador		1			
Chapa de Contacto			1		
Luces alta y baja		1			
Luces direccionales		1			
Luz de estacionamiento		1			
Luces de Freno		1			
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulico	1				
Tuberías y mangueras	1				
Conexiones eléctricas	1				
Módulo de Control electrónico	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica	1				
Mangueras y conexiones	1				
Pistones de levante	1				
Pistones medios	1				
Pistón de Pala	1				
Fugas de hidrolina	1				
PALA					
Estructura Brazos de Pala	1				
Pala	1				
Uñas		1			



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	EXCAVADORA HIDRAULICA
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	320 D2
NÚMERO DE SERIE	TDZ10262
AÑO DE FABRICACIÓN	2014
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor	1				
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador	1				
Estado del radiador	1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador	1				
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite	1				
Consumo de aceite	1				
Fugas de aceite	1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador	1				
Soporte de silenciador	1				
Fugas de gases de escape	1				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo		1			

Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible	1				
Estado de los Inyectores		1			
Estado de las tuberías	1				
Fugas de Petróleo	1				
Estado de la Bomba de Inyección		1			
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador	1				
Batería	1				
Bornes de batería	1				
Cables de batería		1			
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas	1				
Claxon			1		
Arrancador	1				
Chapa de Contacto	1				
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales		1			
Luz de estacionamiento		1			
Luces de Freno	1				
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulico	1				
Tuberías y mangueras	1				
Conexiones eléctricas	1				
Módulo de Control electrónico	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica	1				
Mangueras y conexiones	1				
Pistones de levante	1				
Pistones medios	1				
Pistón de Pala	1				
Fugas de hidrolina	1				
PALA					
Estructura Brazos de Pala	1				
Pala	1				
Uñas		1			



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	EXCAVADORA HIDRAULICA
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	320 D2
NÚMERO DE SERIE	LMA00889
AÑO DE FABRICACIÓN	2016
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor	1				
Estado de filtro de aire	1				
Estado de filtro de aceite	1				
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador	1				
Estado del radiador	1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador	1				
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite	1				
Consumo de aceite	1				
Fugas de aceite	1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador	1				
Soporte de silenciador	1				
Fugas de gases de escape	1				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo		1			

Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible	1				
Estado de los Inyectores	1				
Estado de las tuberías	1				
Fugas de Petróleo	1				
Estado de la Bomba de Inyección	1				
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador	1				
Batería	1				
Bornes de batería	1				
Cables de batería	1				
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas	1				
Claxon	1				
Arrancador	1				
Chapa de Contacto	1				
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales	1				
Luz de estacionamiento	1				
Luces de Freno	1				
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulico	1				
Tuberías y mangueras	1				
Conexiones eléctricas	1				
Módulo de Control electrónico	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica	1				
Mangueras y conexiones	1				
Pistones de levante	1				
Pistones medios	1				
Pistón de Pala	1				
Fugas de hidrolina	1				
PALA					
Estructura Brazos de Pala	1				
Pala	1				
Uñas		1			



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	MOTONIVELADORA
MARCA	SANY
MODELO	SHG190C
NÚMERO DE SERIE	11PY22190343
AÑO DE FABRICACIÓN	2011
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor		1			
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador		1			
Estado del radiador		1			
Estado de las mangueras del radiador y enfriador		1			
Freno de motor	1				
Bomba de agua		1			
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite		1			
Consumo de aceite		1			
Fugas de aceite		1			
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión		1			
Tuberías del múltiple de escape		1			
Silenciador		1			
Soporte de silenciador		1			
Fugas de gases de escape		1			
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo	1				

Tanque de combustible	1			
Tapa de tanque de combustible	1			
Medidor de nivel de tanque de combustible	1			
Estado de los Inyectores		1		
Estado de las tuberías		1		
Fugas de Petróleo		1		
Estado de la Bomba de Inyección		1		
SISTEMA ELÉCTRICO				
Alternador	1			
Carga del Alternador	1			
Faja del Alternador	1			
Batería	1			
Bornes de batería		1		
Cables de batería		1		
Cableado eléctrico en general		1		
Luces en general		1		
Plumillas limpia parabrisas		1		
Claxon			1	
Arrancador		1		
Chapa de Contacto		1		
Luces alta y baja		1		
Luces direccionales		1		
Luz de estacionamiento		1		
Luces de Freno		1		
SISTEMA DE FRENOS				
Compresor de aire		1		
Tanque de aire comprimido		1		
Tuberías y mangueras		1		
Zapatas		1		
llantas		1		
SISTEMA HIDRÁULICO				
Bomba hidráulica		1		
Mangueras hidráulicas		1		
Conexiones hidráulicas		1		
Pistones de levante de lampón		1		
Pistones de inclinación de lapón		1		
LAMPON DE NIVELACIÓN				
Estructura de soporte lampón		1		
Lampón		1		
Sistema de giro de lampón		1		
Sistema de inclinación de lampón		1		



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	MOTONIVELADORA
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	135 H
NÚMERO DE SERIE	8WN01019
AÑO DE FABRICACIÓN	2008
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor		1			
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador		1			
Estado del radiador		1			
Estado de las mangueras del radiador y enfriador		1			
Freno de motor	1				
Bomba de agua		1			
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite		1			
Consumo de aceite		1			
Fugas de aceite		1			
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión		1			
Tuberías del múltiple de escape		1			
Silenciador		1			
Soporte de silenciador		1			
Fugas de gases de escape		1			
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo	1				

Tanque de combustible	1			
Tapa de tanque de combustible	1			
Medidor de nivel de tanque de combustible	1			
Estado de los Inyectores		1		
Estado de las tuberías		1		
Fugas de Petróleo		1		
Estado de la Bomba de Inyección		1		
SISTEMA ELÉCTRICO				
Alternador	1			
Carga del Alternador	1			
Faja del Alternador	1			
Batería	1			
Bornes de batería		1		
Cables de batería		1		
Cableado eléctrico en general		1		
Luces en general		1		
Plumillas limpia parabrisas		1		
Claxon			1	
Arrancador		1		
Chapa de Contacto		1		
Luces alta y baja		1		
Luces direccionales		1		
Luz de estacionamiento		1		
Luces de Freno		1		
SISTEMA DE FRENOS				
Compresor de aire		1		
Tanque de aire comprimido		1		
Tuberías y mangueras		1		
Zapatillas		1		
Ilantas		1		
SISTEMA HIDRÁULICO				
Bomba hidráulica		1		
Mangueras hidráulicas		1		
Conexiones hidráulicas		1		
Pistones de levante de lampón		1		
Pistones de inclinación de lapón		1		
LAMPON DE NIVELACIÓN				
Estructura de soporte lampón		1		
Lampón		1		
Sistema de giro de lampón		1		
Sistema de inclinación de lampón		1		



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	RODILLO COMPACTADOR
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	CS533E
NÚMERO DE SERIE	BZ302603
AÑO DE FABRICACIÓN	2012
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor	1				
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador		1			
Faja de Ventilador		1			
Estado del radiador	1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador		1			
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite	1				
Consumo de aceite	1				
Fugas de aceite	1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador	1				
Soporte de silenciador		1			
Fugas de gases de escape	1				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo		1			

Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible	1				
Estado de los Inyectores		1			
Estado de las tuberías		1			
Fugas de Petróleo	1				
Estado de la Bomba de Inyección	1				
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador	1				
Batería		1			
Bornes de batería		1			
Cables de batería		1			
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas		1			
Claxon		1			
Arrancador		1			
Chapa de Contacto		1			
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales	1				
Luz de estacionamiento	1				
Luces de Freno	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica de propulsión	1				
Mangueras y conexiones	1				
Motor de tracción ruedas posteriores	1				
Diferencial de patinaje limitado	1				
Motor de tracción tambor	1				
RODILLO COMPACTADOR					
Estructura metálica exterior	1				
Sistema de contrapesos		1			
Cojinetes de servicio pesado		1			



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	RODILLO COMPACTADOR
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	CS533E
NÚMERO DE SERIE	2WN00163
AÑO DE FABRICACIÓN	2008
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor	1				
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador		1			
Faja de Ventilador		1			
Estado del radiador	1				
Estado de las mangueras del radiador y enfriador		1			
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite	1				
Consumo de aceite	1				
Fugas de aceite	1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador	1				
Soporte de silenciador		1			
Fugas de gases de escape	1				
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo		1			

Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible	1				
Estado de los Inyectores		1			
Estado de las tuberías		1			
Fugas de Petróleo	1				
Estado de la Bomba de Inyección	1				
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador	1				
Batería		1			
Bornes de batería		1			
Cables de batería		1			
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas		1			
Claxon		1			
Arrancador		1			
Chapa de Contacto		1			
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales	1				
Luz de estacionamiento	1				
Luces de Freno	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica de propulsión	1				
Mangueras y conexiones	1				
Motor de tracción ruedas posteriores	1				
Diferencial de patinaje limitado	1				
Motor de tracción tambor	1				
RODILLO COMPACTADOR					
Estructura metálica exterior	1				
Sistema de contrapesos		1			
Cojinetes de servicio pesado		1			



**RENTEQ MAQUINARIAS
SAC**

CLASE	CARGADOR FRONTAL
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	950F
NÚMERO DE SERIE	2LM00674
AÑO DE FABRICACIÓN	2002
LUGAR DE INSPECCIÓN	
FECHA DE INSPECCIÓN	
INSPECTOR	Sergio Gutierrez Roncal

DESCRIPCIÓN	B	R	M	NO	OBSERVACIONES
MOTOR					
Funcionamiento del Motor	1				
Tapa de llenado de aceite de motor	1				
Varilla de medición de nivel de aceite	1				
Fugas de aceite de motor		1			
Estado de filtro de aire		1			
Estado de filtro de aceite		1			
Estado de turbo alimentador	1				
Faja de Ventilador		1			
Estado del radiador		1			
Estado de las mangueras del radiador y enfriador		1			
Freno de motor	1				
Bomba de agua	1				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Estado del aceite		1			
Consumo de aceite		1			
Fugas de aceite	1				
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE					
Tuberías del múltiple de admisión	1				
Tuberías del múltiple de escape	1				
Silenciador		1			
Soporte de silenciador		1			
Fugas de gases de escape		1			
SISTEMA DE COMBUSTIBLE					
Humo por el escape	1				
Bomba de cebado de combustible	1				
Filtro e petróleo		1			

Tanque de combustible	1				
Tapa de tanque de combustible	1				
Medidor de nivel de tanque de combustible	1				
Estado de los Inyectores		1			
Estado de las tuberías		1			
Fugas de Petróleo		1			
Estado de la Bomba de Inyección	1				
SISTEMA ELÉCTRICO					
Alternador	1				
Carga del Alternador	1				
Faja del Alternador		1			
Batería		1			
Bornes de batería		1			
Cables de batería		1			
Cableado eléctrico en general	1				
Luces en general	1				
Plumillas limpia parabrisas	1				
Claxon	1				
Arrancador	1				
Chapa de Contacto	1				
Luces alta y baja	1				
Luces direccionales	1				
Luz de estacionamiento	1				
Luces de Freno	1				
SISTEMA DE FRENOS					
Válvula de control hidráulico	1				
Tuberías y mangueras	1				
Conexiones eléctricas	1				
Módulo de Control electrónico	1				
SISTEMA HIDRÁULICO					
Bomba hidráulica	1				
Mangueras y conexiones	1				
Pistones de levante	1				
Pistón de Pala	1				
Pistones de dirección	1				
Fugas de hidrolina	1				
CUCHARON					
Estructura Brazos de Pala	1				
Pala	1				
Uñas		1			